



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 5 月 7 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 2 9 3 3 8
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 2 9 3 3 8]

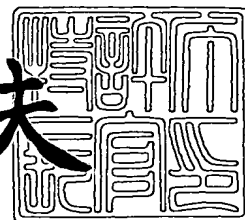
出 願 人 トヨタ自動車株式会社
Applicant(s):



2 0 0 3 年 1 0 月 1 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 1030394

【提出日】 平成15年 5月 7日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H02P 7/63
H02M 7/5387

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 落合 清恵

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

【氏名】 立石 武

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064746

【弁理士】

【氏名又は名称】 深見 久郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100085132

【弁理士】

【氏名又は名称】 森田 俊雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100112715

【弁理士】

【氏名又は名称】 松山 隆夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100112852

【弁理士】

【氏名又は名称】 武藤 正

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008693

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0209333

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 動力出力装置、モータ駆動方法およびモータの駆動制御をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 のインバータと、

第 2 のインバータと、

前記第 1 のインバータによって通電制御される第 1 の 3 相モータコイルと、前記第 2 のインバータによって通電制御される第 2 の 3 相モータコイルとをステータとする 2 Y モータと、

前記第 1 の 3 相モータコイルの第 1 の中性点と前記第 2 の 3 相モータコイルの第 2 の中性点との間に接続された電源と、

前記第 1 および第 2 のインバータの入力側に設けられた容量素子と、

前記容量素子をプリチャージするように前記第 1 または第 2 のインバータを制御する制御装置とを備える動力出力装置。

【請求項 2】 前記制御装置は、前記プリチャージの完了後、前記電源から出力される電源電圧を昇圧する昇圧動作および前記 2 Y モータを駆動する駆動動作が行なわれるように前記第 1 および第 2 のインバータを制御し、

前記 2 Y モータは、内燃機関を起動する、請求項 1 に記載の動力出力装置。

【請求項 3】 前記プリチャージは、前記容量素子の出力電圧が基準値以上になるように前記電源から出力される電源電圧を昇圧することである、請求項 1 または請求項 2 に記載の動力出力装置。

【請求項 4】 前記第 1 のインバータは、前記第 1 の 3 相モータコイルに対応して設けられた 3 つのアームを含み、

前記第 2 のインバータは、前記第 1 の 3 相モータコイルに対応して設けられた 3 つのアームを含み、

前記プリチャージは、前記第 1 の 3 相モータコイルの全部および前記第 1 のインバータの前記 3 つのアーム、または前記第 2 の 3 相モータコイルの全部および前記第 2 のインバータの前記 3 つのアームを用いて行なわれる、請求項 1 から請

求項 3 のいずれか 1 項に記載の動力出力装置。

【請求項 5】 前記制御装置は、前記プリチャージを行なうように前記第 1 または第 2 のインバータの前記 3 つのアームを制御する、請求項 4 に記載の動力出力装置。

【請求項 6】 前記第 1 のインバータは、前記第 1 の 3 相モータコイルに対応して、3 つのアームを含み、

前記第 2 のインバータは、前記第 1 の 3 相モータコイルに対応して、3 つのアームを含み、

前記プリチャージは、前記第 1 の 3 相モータコイルから選択された 1 つのモータコイルである第 1 のモータコイルおよび前記第 1 のモータコイルに対応する前記第 1 のインバータの前記 3 つのアームから選択された 1 つののアームである第 1 のアーム、または前記第 2 の 3 相モータコイルから選択された 1 つのモータコイルである第 2 のモータコイルおよび前記第 2 のモータコイルに対応する前記第 2 のインバータの前記 3 つのアームから選択された 1 つののアームである第 2 のアームを用いて行なわれる、請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の動力出力装置。

【請求項 7】 前記制御装置は、前記プリチャージが行なわれるように前記第 1 または第 2 のアームを制御する、請求項 6 に記載の動力出力装置。

【請求項 8】 前記第 1 の中性点と前記電源との間に設けられた第 1 のスイッチと、

前記第 1 の中性点と前記電源との間に前記第 1 のスイッチに並列に設けられた第 2 のスイッチと、

前記第 1 の中性点と前記第 1 のスイッチとの間に接続された抵抗素子とをさらに備え、

前記制御装置は、前記プリチャージの開始に伴い、前記第 1 および第 2 のスイッチをそれぞれオンおよびオフし、前記電源の前記第 1 および第 2 の中性点への接続を確認すると、前記第 1 および第 2 のスイッチをそれぞれオフおよびオンする、請求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の動力出力装置。

【請求項 9】 前記制御装置は、さらに、前記プリチャージの完了後、当該

動力出力装置の駆動準備が完了したことを示す表示を表示装置に表示する、請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の動力出力装置。

【請求項 10】 前記 2 Y モータは、さらに、前記内燃機関からの回転力により発電を行なう、請求項 1 から請求項 9 のいずれか 1 項に記載の動力出力装置。

【請求項 11】 前記 2 Y モータと異なる電動機と、
前記 2 Y モータ、前記電動機および前記内燃機関が接続されるプラネタリギアをさらに備える、請求項 10 に記載の動力出力装置。

【請求項 12】 前記電動機を駆動する第 3 のインバータをさらに備え、
前記制御装置は、前記 2 Y モータが発電機として機能するように前記第 1 および第 2 のインバータを制御しているとき、前記 2 Y モータが発電した発電電力によって前記電動機を駆動するように前記第 3 のインバータを駆動する、請求項 11 に記載の動力出力装置。

【請求項 13】 前記制御装置は、さらに、前記電源を前記第 1 および第 2 の中性点から切離す、請求項 12 に記載の動力出力装置。

【請求項 14】 ハイブリッド自動車の内燃機関に連結された 2 Y モータと、前記ハイブリッド自動車の駆動輪に連結された電動機とを駆動するモータ駆動方法であって、

前記 2 Y モータに含まれる第 1 および第 2 の 3 相モータコイルの通電制御をそれぞれ行なう第 1 および第 2 のインバータの入力側に設けられた容量素子をプリチャージする第 1 のステップと、

前記プリチャージの完了後、前記容量素子をさらに充電しながら前記 2 Y モータおよび前記電動機を駆動する第 2 のステップとを含むモータ駆動方法。

【請求項 15】 前記第 1 のステップは、
電源から出力される電源電圧を前記第 1 または第 2 のインバータを介して前記容量素子に印加する第 1 のサブステップと、

前記電源電圧を昇圧して前記容量素子を充電する第 2 のサブステップとを含む、請求項 14 に記載のモータ駆動方法。

【請求項 16】 前記第 1 のサブステップは、

前記第 1 の 3 相モータコイルの第 1 の中性点と前記第 2 の 3 相モータコイルの第 2 の中性点との間に前記電源を抵抗素子を介して接続するステップ A と、

前記電源が前記第 1 の中性点と前記第 2 の中性点との間に接続されたことを確認するステップ B と、

前記確認の完了後、前記第 1 の中性点と前記第 2 の中性点との間に前記電源を直接接続するステップ C とを含む、請求項 15 に記載のモータ駆動方法。

【請求項 17】 前記ステップ B は、前記容量素子の両端の電圧が前記電源電圧以上であると判定する、請求項 16 に記載のモータ駆動方法。

【請求項 18】 前記第 1 のインバータは、前記第 1 の 3 相モータコイルに対応して設けられた 3 つのアームを含み、

前記第 2 のインバータは、前記第 2 の 3 相モータコイルに対応して設けられた 3 つのアームを含み、

前記第 2 のサブステップは、前記電源電圧を昇圧するように前記第 1 または第 2 のインバータの前記 3 つのアームを同時に駆動する、請求項 15 から請求項 17 のいずれか 1 項に記載のモータ駆動方法。

【請求項 19】 前記第 1 のインバータは、前記第 1 の 3 相モータコイルに対応して設けられた 3 つのアームを含み、

前記第 2 のインバータは、前記第 2 の 3 相モータコイルに対応して設けられた 3 つのアームを含み、

前記第 2 のサブステップは、前記電源電圧を昇圧するように前記第 1 または第 2 のインバータの前記 3 つのアームから選択された 1 つのアームを駆動する、請求項 15 から請求項 17 のいずれか 1 項に記載のモータ駆動方法。

【請求項 20】 前記プリチャージの完了後、前記 2 Y モータおよび／または前記電動機の駆動準備が完了したことを表示装置に表示する第 3 のステップをさらに含む、請求項 14 から請求項 19 のいずれか 1 項に記載のモータ駆動方法。

【請求項 21】 前記第 2 のステップは、

電源から出力される電源電圧を昇圧して前記容量素子をさらに充電する第 3 のサブステップと、

前記 2 Y モータの第 1 のパワーと前記電動機の第 2 のパワーとを演算する第 4 のサブステップと、

前記演算された第 1 のパワーと前記第 2 のパワーとの和が零であるか否かを判定する第 5 のサブステップと、

前記和が零であるとき、前記 2 Y モータに含まれる 2 つの 3 相コイルの中性点から電源を切離す第 6 のサブステップとを含む、請求項 1 4 から請求項 2 0 のいずれか 1 項に記載のモータ駆動方法。

【請求項 2 2】 前記第 2 のステップは、

前記 2 Y モータを発電機として駆動する第 7 のサブステップと、

前記 2 Y モータによって発電された電力によって前記電動機を駆動する第 8 のサブステップとをさらに含む、請求項 2 1 に記載のモータ駆動方法。

【請求項 2 3】 前記第 2 のステップは、

前記和が零でないとき、前記容量素子からの直流電圧により前記 2 Y モータを電動機として駆動する第 9 のサブステップと、

前記和が零でないとき、前記容量素子からの直流電圧を降圧して前記電源を充電させながら前記 2 Y モータを発電機として駆動する第 1 0 のサブステップとをさらに含む、請求項 2 1 または請求項 2 2 に記載のモータ駆動方法。

【請求項 2 4】 ハイブリッド自動車の内燃機関に連結された 2 Y モータと、前記ハイブリッド自動車の駆動輪に連結された電動機との駆動制御をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体であって、

前記 2 Y モータに含まれる第 1 および第 2 の 3 相モータコイルの通電制御をそれぞれ行なう第 1 および第 2 のインバータの入力側に設けられた容量素子をプリチャージする第 1 のステップと、

前記プリチャージの完了後、前記容量素子をさらに充電しながら前記 2 Y モータおよび前記電動機を駆動する第 2 のステップとをコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 2 5】 前記第 1 のステップは、

電源から出力される電源電圧を前記第 1 または第 2 のインバータを介して前記

容量素子に印加する第 1 のサブステップと、

前記電源電圧を昇圧して前記容量素子を充電する第 2 のサブステップとを含む、請求項 2 4 に記載のコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 2 6】 前記第 1 のサブステップは、

前記第 1 の 3 相モータコイルの第 1 の中性点と前記第 2 の 3 相モータコイルの第 2 の中性点との間に前記電源を抵抗素子を介して接続するステップ A と、

前記電源が前記第 1 の中性点と前記第 2 の中性点との間に接続されたことを確認するステップ B と、

前記確認の完了後、前記第 1 の中性点と前記第 2 の中性点との間に前記電源を直接接続するステップ C とを含む、請求項 2 5 に記載のコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 2 7】 前記ステップ B は、前記容量素子の両端の電圧が前記電源電圧以上であると判定する、請求項 2 6 に記載のコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 2 8】 前記第 1 のインバータは、前記第 1 の 3 相モータコイルに対応して設けられた 3 つのアームを含み、

前記第 2 のインバータは、前記第 2 の 3 相モータコイルに対応して設けられた 3 つのアームを含み、

前記プログラムの前記第 2 のサブステップは、前記電源電圧を昇圧するように前記第 1 または第 2 のインバータの前記 3 つのアームを同時に駆動する、請求項 2 5 から請求項 2 7 のいずれか 1 項に記載のコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 2 9】 前記第 1 のインバータは、前記第 1 の 3 相モータコイルに対応して設けられた 3 つのアームを含み、

前記第 2 のインバータは、前記第 2 の 3 相モータコイルに対応して設けられた 3 つのアームを含み、

前記プログラムの前記第 2 のサブステップは、前記電源電圧を昇圧するように前記第 1 または第 2 のインバータの前記 3 つのアームから選択された 1 つのアー

ムを駆動する、請求項 25 から請求項 27 のいずれか 1 項に記載のコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 30】 前記プリチャージの完了後、前記 2 Y モータおよび／または前記電動機の駆動準備が完了したことを表示装置に表示する第 3 のステップをさらにコンピュータに実行させる、請求項 24 から請求項 29 のいずれか 1 項に記載のコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 31】 前記第 2 のステップは、
電源から出力される電源電圧を昇圧して前記容量素子をさらに充電する第 3 のサブステップと、

前記 2 Y モータの第 1 のパワーと前記電動機の第 2 のパワーとを演算する第 4 のサブステップと、

前記演算された第 1 のパワーと前記第 2 のパワーとの和が零であるか否かを判定する第 5 のサブステップと、

前記和が零であるとき、前記 2 Y モータに含まれる 2 つの 3 相コイルの中性点から電源を切離す第 6 のサブステップとを含む、請求項 24 から請求項 30 のいずれか 1 項に記載のコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 32】 前記第 2 のステップは、
前記 2 Y モータを発電機として駆動する第 7 のサブステップと、
前記 2 Y モータによって発電された電力によって前記電動機を駆動する第 8 のサブステップとをさらに含む、請求項 31 に記載のコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 33】 前記第 2 のステップは、
前記和が零でないとき、前記容量素子からの直流電圧により前記 2 Y モータを電動機として駆動する第 9 のサブステップと、

前記和が零でないとき、前記容量素子からの直流電圧を降圧して前記電源を充電させながら前記 2 Y モータを発電機として駆動する第 10 のサブステップとをさらに含む、請求項 31 または請求項 32 に記載のコンピュータに実行させるた

めのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

この発明は、動力出力装置に関し、特に、2重巻線モータを用いた動力出力装置、2重巻線モータのモータ駆動方法およびモータの駆動制御をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来、2重巻線モータを用いた動力出力装置としては、特開 2 0 0 2 - 2 1 8 7 9 3 号公報に開示された動力出力装置が知られている。図 1 4 を参照して、従来の動力出力装置 3 0 0 は、2重巻線モータ 3 1 0 と、直流電源 3 2 0 と、インバータ 3 3 0、3 4 0 と、コンデンサ 3 5 0 とを備える。

【0 0 0 3】

2重巻線モータ 3 1 0 は、2つの3相コイル 3 1 1、3 1 2 を含む。そして、直流電源 3 2 0 は、3相コイル 3 1 1 の中性点と3相コイル 3 1 2 の中性点との間に接続される。

【0 0 0 4】

インバータ 3 3 0 は、3相コイル 3 1 1 のU相コイル、V相コイルおよびW相コイルにそれぞれ対応した3つのアームを含み、3相コイル 3 1 1 への通電制御を行なう。また、インバータ 3 4 0 は、3相コイル 3 1 2 のU相コイル、V相コイルおよびW相コイルにそれぞれ対応した3つのアームを含み、3相コイル 3 1 2 への通電制御を行なう。コンデンサ 3 5 0 およびインバータ 3 3 0、3 4 0 は、正極母線 3 0 1 と負極母線 3 0 2 との間に並列に接続される。

【0 0 0 5】

3相コイル 3 1 1 の中性点と3相コイル 3 1 2 の中性点との電位差を V_{012} とし、直流電源 3 2 0 の電圧を V_b とする。 $V_{012} < V_b$ であるとき、直流電源 3 2 0 から直流電流が流れ出る。そして、直流電源 3 2 0 から流れ出た直流電

流は、3相コイル311, 312の1つのコイルに対応したインバータ330または340の1つのアームをスイッチング制御することにより、3相コイル311, 312の1つのコイルに蓄積され、最終的に、コンデンサ350を充電する。つまり、3相コイル311, 312の1つのコイルと、インバータ330, 340の1つのアームとにより昇圧コンバータが構成され、直流電圧 V_b は、昇圧コンバータにより任意のレベルに昇圧されてコンデンサ350を充電する。

【0006】

一方、 $V_{012} > V_b$ のとき、コンデンサ350の両端の電圧は、インバータ330, 340の1つのアームと、その1つのアームに対応する3相コイル311, 312の1つのコイルとにより降圧されて直流電源320を充電する。

【0007】

また、インバータ330, 340は、コンデンサ350の両端の電圧によって、それぞれ、3相コイル311, 312への通電制御を行ない、2重巻線モータ310を駆動する。そして、2重巻線モータ310の駆動条件によって3相コイル311, 312の各相コイルに印加される電圧が異なり、3相コイル311の中性点と3相コイル312の中性点との電位差 V_{012} が直流電圧 V_b よりも大きくなったり、小さくなったりする。その結果、上述したように、直流電源320によってコンデンサ350を充電するモードと、コンデンサ350によって直流電源320を充電するモードとが生じる。

【0008】

このように、動力出力装置300においては、直流電源320の直流電圧 V_b は、2重巻線モータ310の一部のコイルを用いて任意のレベルに昇圧され、コンデンサ350を充電する。そして、充電されたコンデンサ350の両端の電圧によって2重巻線モータ310が駆動される。また、コンデンサ350の両端の電圧は、降圧されて直流電源320を充電する。

【0009】

【特許文献1】

特開2002-218793号公報

【0010】

【特許文献 2】

特開平 1 0 - 3 3 7 0 4 7 号公報

【0 0 1 1】

【特許文献 3】

特開平 1 1 - 1 7 8 1 1 4 号公報

【0 0 1 2】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、特開 2 0 0 2 - 2 1 8 7 9 3 号公報には、機械分配式のハイブリッド車両に適用した動力出力装置が提案されていない。

【0 0 1 3】

それゆえに、この発明の目的は、機械分配式のハイブリッド車両に適した動力出力装置を提供することである。

【0 0 1 4】

また、この発明の別の目的は、機械分配式のハイブリッド車両に適したモータ駆動方法を提供することである。

【0 0 1 5】

さらに、この発明の別の目的は、機械分配式のハイブリッド車両に適したモータの駆動制御をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体を提供することである。

【0 0 1 6】

【課題を解決するための手段および発明の効果】

この発明によれば、動力出力装置は、第 1 のインバータと、第 2 のインバータと、2 Y モータと、電源と、容量素子と、制御装置とを備える。2 Y モータは、第 1 のインバータによって通電制御される第 1 の 3 相モータコイルと、第 2 のインバータによって通電制御される第 2 の 3 相モータコイルとをステータとする。電源は、第 1 の 3 相モータコイルの第 1 の中性点と第 2 の 3 相モータコイルの第 2 の中性点との間に接続される。容量素子は、第 1 および第 2 のインバータの入力側に設けられる。制御装置は、容量素子をプリチャージするように第 1 または第 2 のインバータを制御する。

【0 0 1 7】

好ましくは、制御装置は、プリチャージの完了後、電源から出力される電源電圧を昇圧する昇圧動作および 2 Y モータを駆動する駆動動作が行なわれるように第 1 および第 2 のインバータを制御する。そして、2 Y モータは、内燃機関を起動する。

【0 0 1 8】

好ましくは、プリチャージは、容量素子の出力電圧が基準値以上になるように電源から出力される電源電圧を昇圧することである。

【0 0 1 9】

好ましくは、第 1 のインバータは、第 1 の 3 相モータコイルに対応して設けられた 3 つのアームを含む。第 2 のインバータは、第 1 の 3 相モータコイルに対応して設けられた 3 つのアームを含む。そして、プリチャージは、第 1 の 3 相モータコイルの全部および第 1 のインバータの 3 つのアーム、または第 2 の 3 相モータコイルの全部および第 2 のインバータの 3 つのアームを用いて行なわれる。

【0 0 2 0】

好ましくは、制御装置は、プリチャージを行なうように第 1 または第 2 のインバータの 3 つのアームを制御する。

【0 0 2 1】

好ましくは、第 1 のインバータは、第 1 の 3 相モータコイルに対応して、3 つのアームを含む。第 2 のインバータは、第 1 の 3 相モータコイルに対応して、3 つのアームを含む。そして、プリチャージは、第 1 の 3 相モータコイルから選択された 1 つのモータコイルである第 1 のモータコイルおよび第 1 のモータコイルに対応する第 1 のインバータの 3 つのアームから選択された 1 つののアームである第 1 のアーム、または第 2 の 3 相モータコイルから選択された 1 つのモータコイルである第 2 のモータコイルおよび第 2 のモータコイルに対応する第 2 のインバータの 3 つのアームから選択された 1 つののアームである第 2 のアームを用いて行なわれる。

【0 0 2 2】

好ましくは、制御装置は、プリチャージが行なわれるように第 1 または第 2 の

アームを制御する。

【0023】

好ましくは、動力出力装置は、第1および第2のスイッチと、抵抗素子とをさらに備える。第1のスイッチは、第1の中性点と電源との間に設けられる。第2のスイッチは、第1の中性点と電源との間に第1のスイッチに並列に設けられる。抵抗素子は、第1の中性点と第1のスイッチとの間に接続される。そして、制御装置は、プリチャージの開始に伴い、第1および第2のスイッチをそれぞれオンおよびオフし、電源の第1および第2の中性点への接続を確認すると、第1および第2のスイッチをそれぞれオフおよびオンする。

【0024】

好ましくは、制御装置は、さらに、プリチャージの完了後、当該動力出力装置の駆動準備が完了したことを示す表示を表示装置に表示する。

【0025】

好ましくは、2 Yモータは、さらに、内燃機関からの回転力により発電を行う。

【0026】

好ましくは、動力出力装置は、電動機と、プラネタリギアとをさらに備える。電動機は、2 Yモータと異なる電動機である。プラネタリギアは、2 Yモータ、電動機および内燃機関が接続される。

【0027】

好ましくは、動力出力装置は、第3のインバータをさらに備える。第3のインバータは、電動機を駆動する。そして、制御装置は、2 Yモータが発電機として機能するように第1および第2のインバータを制御しているとき、2 Yモータが発電した発電電力によって電動機を駆動するように第3のインバータを駆動する。

【0028】

好ましくは、制御装置は、さらに、電源を第1および第2の中性点から切離す。

【0029】

また、この発明によれば、モータ駆動方法は、ハイブリッド自動車の内燃機関に連結された 2 Y モータと、ハイブリッド自動車の駆動輪に連結された電動機とを駆動するモータ駆動方法であって、2 Y モータに含まれる第 1 および第 2 の 3 相モータコイルの通電制御をそれぞれ行なう第 1 および第 2 のインバータの入力側に設けられた容量素子をプリチャージする第 1 のステップと、プリチャージの完了後、容量素子をさらに充電しながら 2 Y モータおよび電動機を駆動する第 2 のステップとを含む。

【0030】

好ましくは、第 1 のステップは、電源から出力される電源電圧を第 1 または第 2 のインバータを介して容量素子に印加する第 1 のサブステップと、電源電圧を昇圧して容量素子を充電する第 2 のサブステップとを含む。

【0031】

好ましくは、第 1 のサブステップは、第 1 の 3 相モータコイルの第 1 の中性点と第 2 の 3 相モータコイルの第 2 の中性点との間に電源を抵抗素子を介して接続するステップ A と、電源が第 1 の中性点と第 2 の中性点との間に接続されたことを確認するステップ B と、確認の完了後、第 1 の中性点と第 2 の中性点との間に電源を直接接続するステップ C とを含む。

【0032】

好ましくは、ステップ B は、容量素子の両端の電圧が電源電圧以上であると判定する。

【0033】

好ましくは、第 1 のインバータは、第 1 の 3 相モータコイルに対応して設けられた 3 つのアームを含む。第 2 のインバータは、第 2 の 3 相モータコイルに対応して設けられた 3 つのアームを含む。

【0034】

モータ駆動方法の第 2 のサブステップは、電源電圧を昇圧するように第 1 または第 2 のインバータの 3 つのアームを同時に駆動する。

【0035】

好ましくは、第 1 のインバータは、第 1 の 3 相モータコイルに対応して設けら

れた3つのアームを含む。第2のインバータは、第2の3相モータコイルに対応して設けられた3つのアームを含む。

【0036】

モータ駆動方法の第2のサブステップは、電源電圧を昇圧するように第1または第2のインバータの3つのアームから選択された1つのアームを駆動する。

【0037】

好ましくは、モータ駆動方法は、プリチャージの完了後、2 Yモータおよび／または電動機の駆動準備が完了したことを表示装置に表示する第3のステップをさらに含む。

【0038】

好ましくは、第2のステップは、電源から出力される電源電圧を昇圧して容量素子をさらに充電する第3のサブステップと、2 Yモータの第1のパワーと電動機の第2のパワーとを演算する第4のサブステップと、演算された第1のパワーと第2のパワーとの和が零であるか否かを判定する第5のサブステップと、第1のパワーと第2のパワーとの和が零であるとき、2 Yモータに含まれる2つの3相コイルの中性点から電源を切離す第6のサブステップとを含む。

【0039】

好ましくは、第2のステップは、2 Yモータを発電機として駆動する第7のサブステップと、2 Yモータによって発電された電力によって電動機を駆動する第8のサブステップとをさらに含む。

【0040】

好ましくは、第2のステップは、第1のパワーと第2のパワーとの和が零でないとき、容量素子からの直流電圧により2 Yモータを電動機として駆動する第9のサブステップと、第1のパワーと第2のパワーとの和が零でないとき、容量素子からの直流電圧を降圧して電源を充電させながら2 Yモータを発電機として駆動する第10のサブステップとをさらに含む。

【0041】

さらに、この発明によれば、ハイブリッド自動車の内燃機関に連結された2 Yモータと、ハイブリッド自動車の駆動輪に連結された電動機との駆動制御をコン

コンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体は、2 Y モータに含まれる第1および第2の3相モータコイルの通電制御をそれぞれ行なう第1および第2のインバータの入力側に設けられた容量素子をプリチャージする第1のステップと、プリチャージの完了後、容量素子をさらに充電しながら2 Y モータおよび電動機を駆動する第2のステップとをコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体である。

【0042】

好ましくは、第1のステップは、電源から出力される電源電圧を第1または第2のインバータを介して容量素子に印加する第1のサブステップと、電源電圧を昇圧して容量素子を充電する第2のサブステップとを含む。

【0043】

好ましくは、第1のサブステップは、第1の3相モータコイルの第1の中性点と第2の3相モータコイルの第2の中性点との間に電源を抵抗素子を介して接続するステップAと、電源が第1の中性点と第2の中性点との間に接続されたことを確認するステップBと、確認の完了後、第1の中性点と第2の中性点との間に電源を直接接続するステップCとを含む。

【0044】

好ましくは、ステップBは、容量素子の両端の電圧が電源電圧以上であると判定する。

【0045】

好ましくは、第1のインバータは、第1の3相モータコイルに対応して設けられた3つのアームを含む。第2のインバータは、第2の3相モータコイルに対応して設けられた3つのアームを含む。

【0046】

プログラムの第2のサブステップは、電源電圧を昇圧するように第1または第2のインバータの3つのアームを同時に駆動する。

【0047】

好ましくは、第1のインバータは、第1の3相モータコイルに対応して設けら

れた3つのアームを含む。第2のインバータは、第2の3相モータコイルに対応して設けられた3つのアームを含む。

【0048】

プログラムの第2のサブステップは、電源電圧を昇圧するように第1または第2のインバータの3つのアームから選択された1つのアームを駆動する。

【0049】

好ましくは、プログラムは、プリチャージの完了後、2 Yモータおよび／または電動機の駆動準備が完了したことを表示装置に表示する第3のステップをさらにコンピュータに実行させる。

【0050】

好ましくは、第2のステップは、電源から出力される電源電圧を昇圧して容量素子をさらに充電する第3のサブステップと、2 Yモータの第1のパワーと電動機の第2のパワーとを演算する第4のサブステップと、演算された第1のパワーと第2のパワーとの和が零であるか否かを判定する第5のサブステップと、第1のパワーと第2のパワーとの和が零であるとき、2 Yモータに含まれる2つの3相コイルの中性点から電源を切離す第6のサブステップとを含む。

【0051】

好ましくは、第2のステップは、2 Yモータを発電機として駆動する第7のサブステップと、2 Yモータによって発電された電力によって電動機を駆動する第8のサブステップとをさらに含む。

【0052】

好ましくは、第2のステップは、第1のパワーと第2のパワーとの和が零でないとき、容量素子からの直流電圧により2 Yモータを電動機として駆動する第9のサブステップと、第1のパワーと第2のパワーとの和が零でないとき、容量素子からの直流電圧を降圧して電源を充電させながら2 Yモータを発電機として駆動する第10のサブステップとをさらに含む。

【0053】

この発明においては、2 Yモータを駆動する第1および第2のインバータの入力側に設けられた容量素子がプリチャージされた後に2 Yモータが駆動される。

【 0 0 5 4 】

したがって、この発明によれば、動力出力装置の起動をスムーズに行なうことができる。

【 0 0 5 5 】

また、この発明によれば、動力出力装置においては、容量素子のプリチャージが完了した後、2 Y モータおよび電動機が駆動される。そして、2 Y モータを駆動する第1および第2のインバータと、電動機を駆動する第3のインバータとに輸入されるインバータ入力電圧が高電圧となり、2 Y モータおよび電動機を高出力および高効率で駆動できる。その結果、動力出力装置を搭載したハイブリッド自動車の燃費を向上できる。

【 0 0 5 6 】

さらに、第1から第3のインバータに輸入されるインバータ入力電圧が容量素子のプリチャージにより高電圧になる結果、エンジンクランク時の振動を低減できる。

【 0 0 5 7 】

さらに、この発明においては、2 Y モータによって発電された電力により電動機を駆動するとき、2 Y モータに含まれる2つの3相コイルの中性点から電源が切離される。したがって、2 Y モータの発電効率を向上させて電動機を広い範囲で動作させることができる。

【 0 0 5 8 】

さらに、電源の電圧を昇圧する昇圧動作または電源を充電するための降圧動作は、ハイブリッド車両の駆動輪を駆動しない2 Y モータによって実行される。したがって、ハイブリッド車両の駆動輪を駆動する電動機の効率を最大にできる。

【 0 0 5 9 】**【発明の実施の形態】**

本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。

【 0 0 6 0 】

図1は、この発明の実施の形態による動力出力装置の概略ブロック図を示す。

図1を参照して、この発明の実施の形態による動力出力装置100は、動力伝達ギア111と、駆動軸112と、ディファレンシャルギア114と、モータジェネレータMG1、MG2と、プラネタリギア120と、動力取出ギア128と、チェーンベルト129と、エンジン150と、レゾルバ139、149、159と、ダンパ157と、制御装置180とを備える。

【0061】

エンジン150のクランクシャフト156は、ダンパ157を介してプラネタリギア120およびモータジェネレータMG1、MG2に接続される。ダンパ157は、エンジン150のクランクシャフト156のねじり振動の振幅を抑制し、クランクシャフト156をプラネタリギア120に接続する。

【0062】

動力取出ギア128は、チェーンベルト129を介して動力伝達ギア111に接続される。そして、動力取出ギア128は、プラネタリギア120のリングギア（図示せず）から動力を受け、その受けた動力をチェーンベルト129を介して動力伝達ギア111に伝達する。動力伝達ギア111は、駆動軸112およびディファレンシャルギア114を介して駆動輪に動力を伝達する。

【0063】

図2を参照して、プラネタリギア120およびモータジェネレータMG1、MG2について詳細に説明する。プラネタリギア120は、キャリア軸127に軸中心を貫通された中空のサンギア軸125に結合されたサンギア121と、キャリア軸127と同軸のリングギア軸126に結合されたリングギア122と、サンギア121とリングギア122との間に配置され、サンギア121の外周を自転しながら公転する複数のプラネタリピニオンギア123と、キャリア軸127の端部に結合され、各プラネタリピニオンギア123の回転軸を軸支するプラネタリキャリア124とから構成されている。

【0064】

このプラネタリギア120では、サンギア121、リングギア122およびプラネタリキャリア124にそれぞれ結合されたサンギア軸125、リングギア軸126およびキャリア軸127の3軸が動力の入出力軸とされ、3軸のいずれか

2軸へ入出力される動力が決定されると、残りの1軸に入出力される動力は、決定された2軸へ入出力される動力に基づいて定まる。

【0065】

なお、サンギア軸125、リングギア軸126およびキャリア軸127には、それぞれの回転角度 θ_s 、 θ_r 、 θ_c を検出するレゾルバ139、149、159が設けられている。

【0066】

リングギア122には、動力の取り出し用の動力取出ギア128が結合されている。この動力取出ギア128は、チェーンベルト129により動力伝達ギア111に接続されており、動力取出ギア128と動力伝達ギア111との間で動力の伝達がなされる。

【0067】

モータジェネレータMG1は、同期電動発電機として構成され、外周面に複数個の永久磁石135を有するロータ132と、回転磁界を形成する3相コイル134が巻回されたステータ133とを備える。なお、3相コイル134は、後述するように、2つの3相コイルから成る。

【0068】

ロータ132は、プラネタリギア120のサンギア121に結合されたサンギア軸125に結合されている。ステータ133は、無方向性電磁鋼板の薄板を積層して形成されており、ケース119に固定されている。このモータジェネレータMG1は、永久磁石135による磁界と、3相コイル134によって形成される磁界との相互作用によりロータ132を回転駆動する電動機として動作し、永久磁石135による磁界とロータ132の回転との相互作用により3相コイル134の両端に起電力を生じさせる発電機として動作する。

【0069】

モータジェネレータMG2は、外周面に複数個の永久磁石145を有するロータ142と、回転磁界を形成する3相コイル144が巻回されたステータ143とを備える。ロータ142は、プラネタリギア120のリングギア122に結合されたリングギア軸126に結合されており、ステータ143はケース119に

固定されている。ステータ 143 も、無方向性電磁鋼板の薄板を積層して形成されている。このモータジェネレータ MG2 も、モータジェネレータ MG1 と同様に、電動機または発電機として動作する。

【0070】

再び、図 1 を参照して、制御装置 180 は、スタートキー 186 からの信号 S T O N、レゾルバ 139 からのサンギア軸 125 の回転角度 θ_s 、レゾルバ 149 からのリングギア軸 126 の回転角度 θ_r 、レゾルバ 159 からのキャリア軸 127 の回転角度 θ_c 、アクセルペダルポジションセンサー 164 a からのアクセルペダルポジション（アクセルペダルの踏込量）A P、ブレーキペダルポジションセンサー 165 a からのブレーキペダルポジション（ブレーキペダルの踏込量）B P、シフトポジションセンサー 185 からのシフトポジション S P、モータジェネレータ MG1 に取り付けられた 2 つの電流センサー（図示せず）からのモータ電流 M C R T 1 1, 12、およびモータジェネレータ MG2 に取り付けられた電流センサー（図示せず）からのモータ電流 M C R T 2 を受ける。信号 S T O N は、動力出力装置 100 がオンされたことを示す信号である。

【0071】

そして、制御装置 180 は、これらの受けた各信号に基づいて、モータジェネレータ MG1, MG2 の 3 相コイル 134, 144 に流す電流を制御してモータジェネレータ MG1, MG2 を駆動する。

【0072】

図 3 は、動力出力装置 100 の主要部の電気回路図を示す。図 3 を参照して、動力出力装置 100 は、モータジェネレータ MG1, MG2 と、電流センサー 12~14, 31 と、直流電源 30 と、電圧センサー 32, 51 と、リレー 40 と、コンデンサ 50 と、インバータ 181~183 と、制御 C P U (C e n t r a l P r o c e s s i n g U n i t) 184 と、表示装置 190 とを備える。

【0073】

なお、インバータ 181~183 および制御 C P U 184 は図 1 に示す制御装置 180 を構成する。

【0074】

モータジェネレータMG1は、2つの3相コイル10, 11を含む。そして、2つの3相コイル10, 11は、図2に示す3相コイル134を構成する。つまり、モータジェネレータMG1は、Y型に結線された2つの3相コイル10, 11を有する2重巻線モータ（「2Yモータ」とも言う。）である。

【0075】

直流電源30は、リレー40を介して3相コイル10の中性点M1と3相コイル11の中性点M2との間に接続される。

【0076】

インバータ181は、U相アーム15と、V相アーム16と、W相アーム17とを含む。U相アーム15、V相アーム16およびW相アーム17は、電源ライン1とアースライン2との間に並列に設けられる。

【0077】

U相アーム15は、電源ライン1とアースライン2との間に直列に接続されたNPNトランジスタQ1, Q2から成る。V相アーム16は、電源ライン1とアースライン2との間に直列に接続されたNPNトランジスタQ3, Q4から成る。W相アーム17は、電源ライン1とアースライン2との間に直列に接続されたNPNトランジスタQ5, Q6から成る。

【0078】

NPNトランジスタQ1, Q3, Q5は、コレクタが電源ライン1に接続され、エミッタがそれぞれNPNトランジスタQ2, Q4, Q6のコレクタに接続される。NPNトランジスタQ2, Q4, Q6のエミッタはアースライン2に接続される。また、各NPNトランジスタQ1～Q6のエミッターコレクタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオードD1～D6がそれぞれ接続されている。

【0079】

インバータ182は、U相アーム18と、V相アーム19と、W相アーム20とを含む。U相アーム18、V相アーム19およびW相アーム20は、電源ライン1とアースライン2との間に並列に設けられる。

【0080】

U相アーム18は、電源ライン1とアースライン2との間に直列に接続されたNPNトランジスタQ7、Q8から成る。V相アーム19は、電源ライン1とアースライン2との間に直列に接続されたNPNトランジスタQ9、Q10から成る。W相アーム20は、電源ライン1とアースライン2との間に直列に接続されたNPNトランジスタQ11、Q12から成る。

【0081】

NPNトランジスタQ7、Q9、Q11は、コレクタが電源ライン1に接続され、エミッタがそれぞれNPNトランジスタQ8、Q10、Q12のコレクタに接続される。NPNトランジスタQ8、Q10、Q12のエミッタはアースライン2に接続される。また、各NPNトランジスタQ7～Q12のエミッターコレクタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオードD7～D12がそれぞれ接続されている。

【0082】

インバータ181の各相アームの中間点は、モータジェネレータMG1の3相コイル10の各相コイルの各相端に接続され、インバータ182の各相アームの中間点は、モータジェネレータMG1の3相コイル11の各相コイルの各相端に接続されている。すなわち、3相コイル10のU相、V相およびW相の3つのコイルの一端が中性点M1に共通接続されて構成され、U相コイルの他端がNPNトランジスタQ1、Q2の中間点に、V相コイルの他端がNPNトランジスタQ3、Q4の中間点に、W相コイルの他端がNPNトランジスタQ5、Q6の中間点にそれぞれ接続されている。また、3相コイル11のU相、V相およびW相の3つのコイルの一端が中性点M2に共通接続されて構成され、U相コイルの他端がNPNトランジスタQ7、Q8の中間点に、V相コイルの他端がNPNトランジスタQ9、Q10の中間点に、W相コイルの他端がNPNトランジスタQ11、Q12の中間点にそれぞれ接続されている。

【0083】

インバータ183は、U相アーム21と、V相アーム22と、W相アーム23とを含む。U相アーム21、V相アーム22およびW相アーム23は、電源ライン1とアースライン2との間に並列に設けられる。

【0084】

U相アーム21は、電源ライン1とアースライン2との間に直列に接続されたNPNトランジスタQ13、Q14から成る。V相アーム22は、電源ライン1とアースライン2との間に直列に接続されたNPNトランジスタQ15、Q16から成る。W相アーム23は、電源ライン1とアースライン2との間に直列に接続されたNPNトランジスタQ17、Q18から成る。

【0085】

NPNトランジスタQ13、Q15、Q17は、コレクタが電源ライン1に接続され、エミッタがそれぞれNPNトランジスタQ14、Q16、Q18のコレクタに接続される。NPNトランジスタQ14、Q16、Q18のエミッタはアースライン2に接続される。また、各NPNトランジスタQ13～Q18のエミッターコレクタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオードD13～D18がそれぞれ接続されている。

【0086】

インバータ183の各相アームの中間点は、モータジェネレータMG2の各相コイルの各相端に接続されている。すなわち、モータジェネレータMG2は、3相の永久磁石モータであり、U相、V相およびW相の3つのコイルの一端が中点に共通接続されて構成され、U相コイルの他端がNPNトランジスタQ13、Q14の中間点に、V相コイルの他端がNPNトランジスタQ15、Q16の中間点に、W相コイルの他端がNPNトランジスタQ17、Q18の中間点にそれぞれ接続されている。

【0087】

コンデンサ50は、電源ライン1とアースライン2との間にインバータ181～183に並列に接続される。

【0088】

電流センサー12は、モータジェネレータMG1の3相コイル10に流れるモータ電流MCRT11を検出し、その検出したモータ電流MCRT11を制御CPU184へ出力する。電流センサー13は、モータジェネレータMG1の3相コイル11に流れるモータ電流MCRT12を検出し、その検出したモータ電流

MCRT12を制御CPU184へ出力する。電流センサー14は、モータジェネレータMG2の各相コイルに流れるモータ電流MCRT2を検出し、その検出したモータ電流MCRT2を制御CPU184へ出力する。

【0089】

直流電源30は、ニッケル水素またはリチウムイオン等の二次電池から成る。電流センサー31は、直流電源30へ入出力する電池電流BCRTを検出し、その検出した電池電流BCRTを制御CPU184へ出力する。電圧センサー32は、直流電源30から出力される直流電圧Vbを検出し、その検出した直流電圧Vbを制御CPU184へ出力する。

【0090】

リレー40は、システムリレーSMR1～SMR3と抵抗R1とを含む。システムリレーSMR1および抵抗R1は、3相コイル10の中性点M1と直流電源30のプラス端子との間に直列に接続される。システムリレーSMR2は、3相コイル10の中性点M1と直流電源30のプラス端子との間に、システムリレーSMR1および抵抗R1に並列に接続される。システムリレーSMR3は、3相コイル11の中性点M2と直流電源30のマイナス端子との間に接続される。

【0091】

システムリレーSMR1～SMR3の各々は、制御CPU184からの信号SEによってオン／オフされる。より具体的には、システムリレーSMR1～SMR3の各々は、制御CPU184からのH（論理ハイ）レベルの信号SEによりオンされ、制御CPU184からのL（論理ロー）レベルの信号SEによりオフされる。

【0092】

コンデンサ50は、電源ライン1とアースライン2との間に印加される直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧をインバータ181～183へ供給する。電圧センサー51は、コンデンサ50の両端の電圧Vcを検出し、その検出した電圧Vcを制御CPU184へ出力する。

【0093】

インバータ181は、制御CPU184からの信号PWMPC1に基づいて、

直流電源 30 から出力された直流電圧 V_b を昇圧してコンデンサ 50 をプリチャージする。また、インバータ 182 は、制御 CPU 184 からの信号 PWMPC2 に基づいて、直流電源 30 から出力された直流電圧 V_b を昇圧してコンデンサ 50 をプリチャージする。これにより、コンデンサ 50 の両端の電圧 V_c は、所定の電圧に上昇し、モータジェネレータ MG1, MG2 を駆動する準備が整う。

【0094】

また、インバータ 181 は、コンデンサ 50 から供給された直流電圧を制御 CPU 184 からの信号 PWMI1 に基づいて交流電圧に変換して 3 相コイル 10 の各相コイルに印加する。インバータ 182 は、コンデンサ 50 から供給された直流電圧を制御 CPU 184 からの信号 PWMI2 に基づいて交流電圧に変換して 3 相コイル 11 の各相コイルに印加する。これにより、インバータ 181, 182 は、モータジェネレータ MG1 を駆動する。なお、直流電源 30 がリレー 40 によって中性点 M1 と中性点 M2 との間に接続されている場合、インバータ 181, 182 は、それぞれ、信号 PWMI1, 2 に応じて、直流電源 30 から出力される直流電流が重畳された交流電流を 3 相コイル 10, 11 の各相コイルに流す。

【0095】

さらに、インバータ 181 は、制御 CPU 184 からの信号 PWMC1 に応じて 3 相コイル 10 において発電された交流電圧を直流電圧に変換してコンデンサ 50 へ供給する。インバータ 182 は、制御 CPU 184 からの信号 PWMC2 に応じて 3 相コイル 11 において発電された交流電圧を直流電圧に変換してコンデンサ 50 へ供給する。なお、直流電源 30 がリレー 40 によって中性点 M1 と中性点 M2 との間に接続されている場合、インバータ 181, 182 は、それぞれ、信号 PWMC1, 2 に応じて、コンデンサ 50 からの直流電圧を降圧し、その降圧した直流電圧によって直流電源 30 を充電する。

【0096】

インバータ 183 は、制御 CPU 184 からの信号 PWMI3 に応じて、コンデンサ 50 からの直流電圧を交流電圧に変換してモータジェネレータ MG2 を駆動する。また、インバータ 183 は、制御 CPU 184 からの信号 PWMC3 に

応じて、モータジェネレータMG2が発電した交流電圧を直流電圧に変換してコンデンサ50に供給する。

【0097】

制御CPU184は、動力出力装置100が搭載されたハイブリッド自動車のスタートキーがオンされたことを示すスタートキー186からの信号STONに基づいて、システムリレーSMR1およびSMR3をオンするためのHレベルの信号SE1（信号SEの一種）を生成し、その生成したHレベルの信号SE1をリレー40へ出力する。これにより、直流電源30は、抵抗R1を介して中性点M1と中性点M2との間に接続される。そして、直流電源30から出力された直流電流は、3相コイル10のU相コイル、V相コイルおよびW相コイルとインバータ181のダイオードD1、D3、D5とを介してコンデンサ50に供給される。

【0098】

そうすると、制御CPU184は、電圧センサー51からの電圧Vcが直流電圧Vb以上であるか否かを判定し、電圧Vcが直流電圧Vb以上であると判定すると、システムリレーSMR2をオンし、その後にシステムリレーSMR1をオフするための信号SE2（信号SEの一種：システムリレーSMR2へのHレベルの信号SE21とシステムリレーSMR1へのLレベルの信号SE22からなる。）を生成してリレー40へ出力する。

【0099】

そして、制御CPU184は、電圧センサー32からの直流電圧Vbと電圧センサー51からの電圧Vcとに基づいて、後述する方法によって、直流電源30から出力された直流電圧Vbを昇圧するための信号PWMP C1またはPWMP C2を生成し、その生成した信号PWMP C1またはPWMP C2をインバータ181または182へ出力する。これにより、直流電源30から出力された直流電圧Vbは、昇圧されてコンデンサ50に供給され、コンデンサ50は、所定の電圧にプリチャージされる。

【0100】

このように、制御CPU184は、スタートキー186から信号STONを受

けると、コンデンサ 50 を所定の電圧にプリチャージするようにインバータ 181 または 182 を制御する。

【0101】

また、制御 CPU 184 は、電圧センサー 51 からの電圧 V_c が所定の電圧であるか否かを判定し、電圧 V_c が所定の電圧以上であるとき、コンデンサ 50 がプリチャージされたことを示す信号 DPL を生成して表示装置 190 へ出力する。一方、電圧センサー 51 からの電圧 V_c が所定の電圧よりも低いとき、制御 CPU 184 は、エラー表示を表示装置 190 に表示するための信号 ERR を生成して表示装置 190 へ出力する。

【0102】

さらに、制御 CPU 184 は、アクセルペダルポジションセンサー 164a からのアクセルペダルポジション AP、ブレーキペダルポジションセンサー 165a からのブレーキペダルポジション BP およびシフトポジションセンサー 185 からのシフトポジション SP に基づいて、エンジン指令パワー、発電機指令トルク（モータジェネレータ MG1 指令トルク）TR1 および電動機指令トルク（モータジェネレータ MG2 指令トルク）TR2 を演算する。

【0103】

そして、制御 CPU 184 は、レゾルバ 139 からの回転角度 θ_s に基づいて発電機（モータジェネレータ MG1）の回転数を演算し、演算した発電機指令トルク TR1 と回転数とを乗算して発電機パワー P_g を演算する。また、制御 CPU 184 は、レゾルバ 149 からの回転角度 θ_r に基づいて電動機（モータジェネレータ MG2）の回転数を演算し、演算した発電機指令トルク TR2 と回転数とを乗算して電動機パワー P_m を演算する。そして、制御 CPU 184 は、電動機パワー P_m と発電機パワー P_g との和 $P_m + P_g$ が零であるか否かを判定し、和 $P_m + P_g$ が零であるとき、直流電源 30 を中性点 M1, M2 から切り離してモータジェネレータ MG1, MG2 を駆動する。一方、和 $P_m + P_g$ が零でないとき、制御 CPU 184 は、直流電源 30 を中性点 M1, M2 に接続したままモータジェネレータ MG1, MG2 を駆動する。

【0104】

また、制御CPU184は、演算した発電機指令トルク T_{R1} に基づいてモータジェネレータMG1の電流指令値 I_{d1}^* 、 I_{q1}^* およびコンデンサ50のコンデンサ電圧指令値 V_c^* を演算する。さらに、制御CPU184は、演算した電動機指令トルク T_{R2} に基づいてモータジェネレータMG2の電流指令値 I_{d2}^* 、 I_{q2}^* を演算する。

【0105】

そうすると、制御CPU184は、電流センサー12、13からのモータ電流 $MCRT11$ 、 12 と、電流センサー31からの電池電流 $BCRT$ と、モータジェネレータMG1の回転軸が結合されたサンギア軸125に設置されたレゾルバ139からの回転角度 θ_s と、演算した電流指令値 I_{d1}^* 、 I_{q1}^* およびコンデンサ電圧指令値 V_c^* とに基づいて信号 $PWMI1$ 、 2 、 $PWMC1$ 、 2 を生成し、その生成した信号 $PWMI1$ 、 $PMWC1$ をインバータ181へ出力し、生成した信号 $PWMI2$ 、 $PMWC2$ をインバータ182へ出力する。

【0106】

また、制御CPU184は、電流センサー14からのモータ電流 $MCRT2$ と、モータジェネレータMG2の回転軸が結合されたリングギア軸126に設置されたレゾルバ149からの回転角度 θ_r と、演算した電流指令値 I_{d2}^* 、 I_{q2}^* とに基づいて信号 $PWMI3$ 、 $PWMC3$ を生成し、その生成した信号 $PWMI3$ 、 $PWMC3$ をインバータ183へ出力する。

【0107】

表示装置190は、制御CPU184からの信号 DPL に応じて、モータジェネレータMG1、MG2を駆動する準備が整ったことを示す「READY」を表示する。また、表示装置190は、制御CPU184からの信号 ERR に応じて、モータジェネレータMG1、MG2を駆動する準備が整わなかったことを示す「エラー」を表示する。表示装置190は、より具体的には、メータパネルからなる。

【0108】

図4は、モータジェネレータMG1の3相コイル10、11の平面配置図を示す。モータジェネレータMG1は、一般的には、3相コイル10と、3相コイル

10 に対して回転方向に α だけずらせて巻回された 3 相コイル 11 とを含む。すなわち、モータジェネレータ MG1 は、6 相モータと考えることもできる。

【0109】

この実施の形態においては、角度 α は 0 度であるとして説明する。すなわち、2 つの 3 相コイル 10, 11 は、同位相で巻回されている。したがって、インバータ 181, 182 は、同位相で 3 相コイル 10, 11 に交流電流を流せばよい。つまり、3 相コイル 10 の U 相コイル、V 相コイルおよび W 相コイルには、それぞれ、3 相コイル 11 の U 相コイル、V 相コイルおよび W 相コイルと同位相で交流電流が流れる。

【0110】

図 5 および図 6 を参照して、直流電源 30 が中性点 M1 と中性点 M2 との間に接続された場合のモータジェネレータ MG1 およびインバータ 181, 182 の動作原理について説明する。

【0111】

図 5 は、3 相コイル 10 の中性点 M1 と 3 相コイル 11 の中性点 M2 との電位差 V_{012} が直流電源 30 の電圧 V_b よりも小さい状態における電流の流れを 2 Y モータ MG1 の 3 相コイル 10, 11 の U 相の漏れインダクタンスに着目して説明するための回路図である。

【0112】

3 相コイル 10 の中性点 M1 と 3 相コイル 11 の中性点 M2 との電位差 V_{012} が直流電源 30 の電圧 V_b よりも小さい状態でインバータ 181 の NPN トランジスタ Q2 がオンの状態かインバータ 182 の NPN トランジスタ Q7 がオンの状態を考える。

【0113】

この場合、図 5 の (a) か図 5 の (b) 中に実線矢印で示す短絡回路が形成され、2 Y モータ MG1 の 3 相コイル 10, 11 の U 相はリアクトルとして機能する。この状態からインバータ 181 の NPN トランジスタ Q2 をオフするとともに、インバータ 182 の NPN トランジスタ Q7 をオフすると、リアクトルとして機能している 3 相コイル 10, 11 の U 相に蓄積されたエネルギーは、図 5 の

(c) 中の実線矢印で示す充電回路によってコンデンサ 50 に蓄積される。したがって、この回路は、直流電源 30 の直流電圧 V_b を昇圧し、その昇圧した直流電圧によってコンデンサ 50 を充電するコンデンサ充電回路とみなすことができる。

【0114】

そして、NPN トランジスタ Q_2 または Q_7 のオン期間に応じて昇圧レベルを自由に設定できるので、コンデンサ 50 の両端の電圧 V_c を直流電源 30 の電圧 V_b よりも高い任意の電圧に操作できる。

【0115】

2 Y モータ MG1 の 3 相コイル 10, 11 の V 相および W 相についても、U 相と同様にコンデンサ充電回路とみなすことができるから、3 相コイル 10 の中性点 M1 と 3 相コイル 11 の中性点 M2 との電位差 V_{012} が直流電源 30 の電圧 V_b よりも小さい状態とするとともに、インバータ 181 の NPN トランジスタ Q_2 , Q_4 , Q_6 またはインバータ 182 の NPN トランジスタ Q_7 , Q_9 , Q_{11} をオン／オフすることにより、直流電源 30 の電圧 V_b を昇圧してコンデンサ 50 を充電できる。

【0116】

図 6 は、3 相コイル 10 の中性点 M1 と 3 相コイル 11 の中性点 M2 との電位差 V_{012} が直流電源 30 の電圧 V_b よりも大きい状態における電流の流れを 2 Y モータ MG1 の 3 相コイル 10, 11 の U 相の漏れインダクタンスに着目して説明するための回路図を示す。

【0117】

3 相コイル 10 の中性点 M1 と 3 相コイル 11 の中性点 M2 との電位差 V_{012} が直流電源 30 の電圧 V_b よりも大きい状態でインバータ 181 の NPN トランジスタ Q_1 がオンされ、NPN トランジスタ Q_2 がオフされ、インバータ 182 の NPN トランジスタ Q_7 がオフされ、NPN トランジスタ Q_8 がオンされた状態を考える。この場合、図 6 の (a) 中に実線矢印で示す充電回路が形成され、コンデンサ 50 の端子間電圧 V_c を用いて直流電源 30 を充電する。このとき、2 Y モータ MG1 の 3 相コイル 10, 11 の U 相は、前述したようにリアクト

ルとして機能する。この状態からインバータ 181 の NPN トランジスタ Q1 をオフするかインバータ 182 の NPN トランジスタ Q8 をオフすると、リアクトルとして機能している 3 相コイル 10, 11 の U 相に蓄えられたエネルギーは、図 6 の (b) または図 6 の (c) 中の実線矢印で示す充電回路により直流電源 30 を充電する。

【0118】

したがって、この回路は、コンデンサ 50 のエネルギーを直流電源 30 に蓄える直流電源充電回路とみなすことができる。2 Y モータ MG1 の 3 相コイル 10, 11 の V 相および W 相も、U 相と同様に直流電源充電回路とみなすことができるから、3 相コイル 10 の中性点 M1 と 3 相コイル 11 の中性点 M2 との電位差 V_{012} が直流電源 30 の電圧 V_b よりも大きい状態とするとともに、インバータ 181 の NPN トランジスタ Q1 ~ Q6 またはインバータ 182 の NPN トランジスタ Q7 ~ Q12 をオン／オフすることにより、コンデンサ 50 に蓄積されたエネルギーによって直流電源 30 を充電できる。

【0119】

このように、動力出力装置 100 においては、直流電源 30 によってコンデンサ 50 を充電したり、コンデンサ 50 により直流電源 30 を充電することができるから、コンデンサ 50 の端子間電圧 V_c を所定の値に制御することができる。

【0120】

コンデンサ 50 の端子間に電位差を生じさせると、インバータ 181, 182 が接続された電源ライン 1 とアースライン 2 との間には、コンデンサ 50 による直流電源が接続された状態となり、コンデンサ 50 の端子間電圧 V_c がインバータ入力電圧 V_i として作用するので、インバータ 181, 182 の NPN トランジスタ Q1 ~ Q6, Q7 ~ Q12 をスイッチング制御することによって 2 Y モータ MG1 を駆動制御できる。

【0121】

この場合、3 相コイル 10 に印加する三相交流の各相の電位 V_{u1} , V_{v1} , V_{w1} は、インバータ 181 の NPN トランジスタ Q1 ~ Q6 のスイッチング制御によりインバータ入力電圧 V_i の範囲内で自由に設定できるとともに、3 相コ

イル 11 に印加する三相交流の各相の電位 V_{u2} , V_{v2} , V_{w2} は、インバータ 182 の NPN トランジスタ $Q7 \sim Q12$ のスイッチング制御によりインバータ入力電圧 V_i の範囲内で自由に設定できるので、2 Y モータ MG1 の 3 相コイル 10 の中性点 M1 の電位 V_{01} および 3 相コイル 11 の中性点 M2 の電位 V_{02} を自由に操作することができる。

【0122】

図 7 に 3 相コイル 10 の中性点 M1 の電位 V_{01} と、3 相コイル 11 の中性点 M2 の電位 V_{02} との差が直流電源 30 の電圧 V_b に一致するように操作したときの 3 相コイル 10 の電位 V_{u1} , V_{v1} , V_{w1} (図 7 の (a)) と、3 相コイル 11 の電位 V_{u2} , V_{v2} , V_{w2} (図 7 の (b)) との波形図を示す。図 7 において、 V_x は、インバータ入力電圧 V_i の中央値 ($V_i / 2$) である。したがって、2 Y モータ MG1 の 3 相コイル 10, 11 の中性点 M1, M2 間の電位差 V_{012} が直流電源 30 の電圧 V_b よりも低くなるように操作してコンデンサ 50 を充電したり、逆に、3 相コイル 10, 11 の中性点 M1, M2 間の電位差 V_{012} が直流電源 30 の電圧 V_b よりも高くなるように操作して直流電源 30 を充電することもできる。そして、コンデンサ 50 の充電電流または直流電源 30 の充電電流は、3 相コイル 10, 11 の中性点 M1, M2 間の電位差 V_{012} を昇降することにより制御することができる。

【0123】

図 8 は、図 3 に示す制御 CPU 184 の機能ブロック図である。図 8 を参照して、制御 CPU 184 は、モータ制御手段 184 A と、プリチャージ制御手段 184 B とを含む。

【0124】

モータ制御手段 184 A は、プリチャージ制御手段 184 B から信号 DPL を受けると、レゾルバ 139 からの回転角度 θ_s 、レゾルバ 149 からの回転角度 θ_r 、電流センサー 12 からのモータ電流 MCRT11、電流センサー 13 からのモータ電流 MCRT12、電流センサー 14 からのモータ電流 MCRT2、電流センサー 31 からの電池電流 BCRT、および電圧センサー 51 からの電圧 V_c に基づいて、後述する方法によって信号 PWMI1 ~ 3 および信号 PWMC1

～3を生成する。そして、モータ制御手段184Aは、生成した信号PWMI1および信号PWMC1をインバータ181へ出力し、生成した信号PWMI2および信号PWMC2をインバータ182へ出力し、生成した信号PWMI3および信号PWMC3をインバータ183へ出力する。なお、モータ制御手段184Aは、プリチャージ制御手段184Bから信号ERRを受けると、信号PWMI1～3および信号PWMC1～3を生成しない。

【0125】

プリチャージ制御手段184Bは、スタートキー186から信号STONを受けると、システムリレーSMR1およびSMR3をオンするためのHレベルの信号SE1を生成してリレー40へ出力する。そして、プリチャージ制御手段184Bは、電圧センサー51からの電圧Vcが電圧センサー32からの電圧Vb以上であるか否かを判定し、電圧Vcが電圧Vb以上であると判定すると、システムリレーSMR2をオンし、その後にシステムリレーSMR1をオフするための信号SE2を生成してリレー40へ出力する。

【0126】

そうすると、プリチャージ制御手段184Bは、電圧Vbを所定の電圧に昇圧してコンデンサ50をプリチャージするための信号PWMP C1または信号PWMP C2を生成し、その生成した信号PWMP C1または信号PWMP C2をインバータ181または182へ出力する。

【0127】

そして、プリチャージ制御手段184Bは、電圧センサー51からの電圧Vcが所定の電圧に到達すると、コンデンサ50がプリチャージされたことを示す信号DPLを生成し、その生成した信号DPLをモータ制御手段184Aおよび表示装置190へ出力する。また、プリチャージ制御手段184Bは、電圧Vcが電圧Vb以上でないとき、コンデンサ50がプリチャージされなかったことを示す信号ERRを生成してモータ制御手段184Aおよび表示装置190へ出力する。

【0128】

図9は、図8に示すモータ制御手段184Aの機能ブロック図を示す。図9を

参照して、モータ制御手段 184A は、電流変換部 1841 と、減算器 1842、1852 と、PI 制御部 1843、1853、1855 と、加算器 1844、1846 と、変換部 1845 と、PWM 演算部 1847 と、回転速度演算部 1849 と、速度起電力予測演算部 1850 と、電池電流予測演算部 1851 と、加減算器 1854 とを含む。

【0129】

モータ制御手段 184A は、上述したように信号 PWM I 1～3 および信号 PWM C 1～3 を生成する。まず、信号 PWM I 1、2 および信号 PWM C 1、2 を生成するモータ制御手段 184A の機能について説明する。電流変換部 1841 は、プリチャージ制御手段 184B からの信号 DPL に応じて、電流センサー 12、13 がそれぞれ検出したモータ電流 MCRT 11、12 をレゾルバ 139 が検出した回転角度 θ_s を用いて三相二相変換する。つまり、電流変換部 1841 は、2Y モータ MG1 の 3 相コイル 10、11 の各相に流れる 3 相のモータ電流 MCRT 11、12 を回転角度 θ_s を用いて d 軸および q 軸に流れる電流値 I_d 、 I_q に変換して減算器 1842 へ出力する。

【0130】

減算器 1842 は、2Y モータ MG1 の駆動に関する指令値の 1 つとして制御 CPU 184 によって演算された電流指令値 I_{d1}^* 、 I_{q1}^* から電流変換部 1841 からの電流値 I_d 、 I_q を減算して偏差 ΔI_d 、 ΔI_q を演算する。PI 制御部 1843 は、減算器 1842 からの偏差 ΔI_d 、 ΔI_q に対して PI ゲインを用いてモータ電流調整用の操作量を演算する。

【0131】

回転速度演算部 1849 は、レゾルバ 139 からの回転角度 θ_s に基づいて 2Y モータ MG1 の回転速度を演算し、その演算した回転速度を速度起電力予測演算部 1850 および電池電流予測演算部 1851 へ出力する。速度起電力予測演算部 1850 は、回転速度演算部 1849 からの回転速度に基づいて速度起電力の予測値を演算する。

【0132】

加算器 1844 は、PI 制御部 1843 からのモータ電流調整用の操作量と、

速度起電力予測演算部 1850 からの速度起電力の予測値とを加算して電圧操作量 V_d , V_q を演算する。変換部 1845 は、加算器 1844 からの電圧操作量 V_d , V_q をレゾルバ 139 からの回転角度 θ_s を用いて二相三相変換する。つまり、変換部 1845 は、 d 軸および q 軸に印加する電圧の操作量 V_d , V_q を回転角度 θ_s を用いて 2 Y モータ MG1 の 3 相コイル 10, 11 の 3 つの相 (U 相、V 相および W 相) に印加する電圧の操作量に変換する。

【0133】

減算器 1852 は、制御 CPU 184 によって演算されたコンデンサ 50 の両端の電圧の指令値であるコンデンサ電圧指令値 V_c^* から電圧センサー 51 によって検出されたコンデンサ 50 の両端の電圧 V_c を減算して偏差 ΔV_c を演算する。PI 制御部 1853 は、減算器 1852 からの偏差 ΔV_c に対して PI ゲインを用いてコンデンサ電圧調整用の電池電流操作量を演算する。電池電流予測演算部 1851 は、回転速度演算部 1849 によって演算された回転速度と、電流指令値 I_{d1}^* , I_{q1}^* とに基づいて電池電流の予測値を演算し、その演算した電池電流の予測値を加減算器 1854 へ出力する。

【0134】

加減算器 1854 は、電池電流予測演算部 1851 からの電池電流の予測値と PI 制御部 1853 からの電池電流操作量とを加算する。そして、加減算器 1854 は、電流センサー 31 から直流電源 30 に入出力する直流電流、すなわち、電池電流 BCR T を受け、既に演算した加算結果から電池電流 BCR T を減算し、その減算結果を PI 制御部 1855 へ出力する。PI 制御部 1855 は、加減算器 1854 からの出力に対して PI ゲインを用いて電池電流を調整するための 3 相コイル 10, 11 の中性点 M1, M2 間の電位差 V_{012} を設定する。

【0135】

加算器 1846 は、変換部 1845 から出力された各相電位 V_{u1} , V_{v1} , V_{w1} , V_{u2} , V_{v2} , V_{w2} に、PI 制御部 1855 から出力された電位差 V_{012} を加算し、その加算結果を PWM 演算部 1847 へ出力する。PWM 演算部 1847 は、加算器 1846 からの出力に基づいて信号 PWM I1, 2 および信号 PWM C1, 2 を生成する。変換部 1845 により得られた各相電位 V_u

1, V_v1 , V_w1 , V_u2 , V_v2 , V_w2 に、減算器1852、PI制御部1853、電池電流予測演算部1851、加減算器1854およびPI制御部1855によって演算された中性点M1, M2間の電位差 V_{012} を加算してPWM信号(信号PWMI1, 2および信号PWMC1, 2)を演算することにより、直流電源30に電流を流してインバータ入力電圧 V_i としてのコンデンサ50の電圧 V_c が指令値 V_{c*} に保持されるように3相コイル10, 11に印加される三相交流を図7に例示するように中央値 V_x からオフセットした波形とすることができる。

【0136】

次に、信号PWMI3, PWMC3を生成するモータ制御手段184Aの機能について説明する。信号PWMI3, PWMC3は、上述した電流変換部1841、減算器1842、PI制御部1843、加算器1844、変換部1845、加算器1846、PWM演算部1847、回転速度演算部1849および速度起電力予測演算部1850によって生成される。そして、電流変換部1841は、レゾルバ149からの回転角度 θ_r を用いてモータ電流MCRT2の三相二相変換を行なう。また、変換部1845は、レゾルバ149からの回転角度 θ_r を用いて二相三相変換を行なう。さらに、回転速度演算部1849は、レゾルバ149からの回転角度 θ_r を用いて回転速度を演算する。さらに、加算器1846は、変換部1845からの各相電位 V_u3 , V_v3 , V_w3 (モータジェネレータMG2の各相コイルに印加する電圧)に何も加算せずに、そのままPWM演算部1847へ出力する。これにより、PWM演算部1847は信号PWMI3, PWMC3を生成する。

【0137】

なお、電流変換部1841は、プリチャージ制御手段184Bから信号ERRを受けると、モータ電流MCRT11, MCRT12, MCRT2の三相二相変換を行なわない。

【0138】

図10は、図8に示すプリチャージ制御手段184Bの機能ブロック図である。図10を参照して、プリチャージ制御手段184Bは、制御部1861と、電

圧指令設定部 1862 と、フィードバック電圧指令演算部 1863 と、デューティ比変換部 1864 とを含む。

【0139】

制御部 1861 は、スタートキー 186 から信号 S T O N を受けると、システムリレー S M R 1 および S M R 3 をオンするための H レベルの信号 S E 1 を生成してリレー 40 へ出力する。そして、制御部 1861 は、電圧センサー 51 からの電圧 V_c が電圧センサー 32 からの電圧 V_b 以上であるか否かを判定する。制御部 1861 は、電圧 V_c が電圧 V_b 以上でないと判定すると、エラー表示を表示装置 190 に表示するための信号 E R R を生成してモータ制御手段 184A および表示装置 190 へ出力する。

【0140】

一方、制御部 1861 は、電圧 V_c が電圧 V_b 以上であると判定すると、システムリレー S M R 2 をオンし、その後にシステムリレー S M R 1 をオフするための信号 S E 2 と、コンデンサ 50 のプリチャージを開始するための信号 S T A T とを生成する。そして、制御部 1861 は、生成した信号 S E 2 をリレー 40 へ出力し、生成した信号 S T A T を電圧指令設定部 1862 へ出力する。

【0141】

また、制御部 1861 は、信号 S T A T を電圧指令設定部 1862 へ出力した後、電圧センサー 51 からの電圧 V_c が電圧指令設定部 1862 からの電圧指令 V_{dc_com} 以上であるか否かを判定する。そして、制御部 1861 は、電圧 V_c が電圧指令 V_{dc_com} よりも低いと判定すると、信号 E R R を生成してモータ制御手段 184A および表示装置 190 へ出力する。

【0142】

一方、制御部 1861 は、電圧 V_c が電圧指令 V_{dc_com} 以上であると判定すると、モータジェネレータ M G 1, M G 2 を駆動する準備が整ったことを示す信号 D P L と、コンデンサ 50 のプリチャージを停止するための信号 S T P とを生成する。そして、制御部 1861 は、生成した信号 D P L をモータ制御手段 184A および表示装置 190 へ出力し、生成した信号 S T P を電圧指令設定部 1862 へ出力する。

【0143】

電圧指令設定部 1862 は、コンデンサ 50 をプリチャージするときのコンデンサ 50 の両端の電圧 V_c の目標値である電圧指令 V_{dc_com} を予め保持している。そして、電圧指令設定部 1862 は、制御部 1861 から信号 $STAT$ を受けると、予め保持している電圧指令 V_{dc_com} を制御部 1861 およびフィードバック電圧指令演算部 1863 へ出力する。

【0144】

また、電圧指令設定部 1862 は、制御部 1861 から信号 STP を受けると、0V からなる電圧指令 $V_{dc_com_0}$ をフィードバック電圧指令演算部 1863 へ出力する。

【0145】

フィードバック電圧指令演算部 1863 は、電圧センサー 51 からの電圧 V_c と、電圧指令設定部 1862 からの電圧指令 V_{dc_com} ($V_{dc_com_0}$ を含む。) とに基づいて、フィードバック電圧指令を演算し、その演算したフィードバック電圧指令をデューティー比変換部 1864 へ出力する。

【0146】

デューティー比変換部 1864 は、電圧センサー 32 からの電圧 V_b と、フィードバック電圧指令演算部 1863 からのフィードバック電圧指令とに基づいて、電圧センサー 51 からの電圧 V_c を、フィードバック電圧指令演算部 1863 からのフィードバック電圧指令に設定するためのデューティー比を演算し、その演算したデューティー比に基づいてインバータ 181 または 182 の NPN トランジスタ $Q_1 \sim Q_6$ または Q_7 から Q_{12} をオン／オフするための信号 $PWMP_C1$ または $PWMP_C2$ を生成する。そして、デューティー比変換部 1864 は、生成した信号 $PWMP_C1$ または $PWMP_C2$ をインバータ 181 または 182 の NPN トランジスタ $Q_1 \sim Q_6$ または $Q_7 \sim Q_{12}$ へ出力する。

【0147】

なお、インバータ 181 または 182 を昇圧コンバータのスイッチング回路として用いる場合、インバータ 181 の下側の NPN トランジスタ Q_2 , Q_4 , Q_6 またはインバータ 182 の上側の NPN トランジスタ Q_7 , Q_9 , Q_{11} のオ

ンデューティを大きくすることにより 3 相コイル 10, 11 における電力蓄積が大きくなるため、より高電圧の出力を得ることができる。

【0148】

図 11 は、図 1 に示す動力出力装置 100 の動作を説明するためのフローチャートである。図 11 を参照して、一連の動作が開始されると、制御 CPU 184 のプリチャージ制御手段 184B は、スタートキー 186 からの信号 STON に応じて、信号 PWMPC1 または PWMPC2 を生成し、その生成した信号 PWMPC1 または PWMPC2 をインバータ 181 または 182 へ出力する。

【0149】

インバータ 181 または 182 は、信号 PWMPC1 または PWMPC2 に応じて、直流電源 30 から 3 相コイル 10 または 11 を介して流れる直流電流をスイッチングし、3 相コイル 10 または 11 に電力を蓄積する。そして、インバータ 181 または 182 は、3 相コイル 10 または 11 に蓄積された電力に応じた直流電圧をコンデンサ 50 に供給する。これにより、コンデンサ 50 は、所定の電圧にプリチャージされる（ステップ S10）。

【0150】

コンデンサ 50 のプリチャージが完了すると、プリチャージ制御手段 184B は、モータジェネレータ MG1, MG2（電動機および発電機）を駆動する準備が完了したことを示す信号 DPL をモータ制御手段 184A および表示装置 190 へ出力する。そして、表示装置 190 は、信号 DPL に応じて「READY」を表示する。また、モータ制御手段 184A は、信号 DPL に応じて、モータジェネレータ MG1, MG2（電動機および発電機）を駆動する（ステップ S20）。

【0151】

図 12 は、図 11 に示すステップ S10 の詳細な動作を説明するためのフローチャートである。図 12 を参照して、一連の動作が開始されると、制御 CPU 184 のプリチャージ制御手段 184B は、スタートキー 186 から信号 STON を受ける（ステップ S101）。そして、プリチャージ制御手段 184B は、信号 STON に応じて、信号 SE1 を生成してリレー 40 へ出力する。リレー 40

のシステムリレー SMR 1 および SMR 3 は、信号 SE 1 に応じてオンされる（ステップ S 102）。これにより、直流電源 30 は、抵抗 R 1 を介して 3 相コイル 10 の中性点 M 1 と 3 相コイル 11 の中性点 M 2 との間に接続される。そして、直流電源 30 は、抵抗 R 1、3 相コイル 10 およびダイオード D 1、D 3、D 5 を介してコンデンサ 50 に直流電流を供給する。つまり、システムリレー SMR 1 および SMR 3 がオンされると、直流電源 30 は、抵抗 R 1 を介してコンデンサ 50 に直流電流を供給する。したがって、信号 STON に応じて直流電源 30 を中性点 M 1 と中性点 M 2 との間に接続してもコンデンサ 50 に突入電流が流れるのを防止できる。

【0152】

その後、プリチャージ制御手段 184 B は、電圧センサー 51 からの電圧 V_c が電圧センサー 32 からの電圧 V_b 以上であるか否かを判定する（ステップ S 103）。そして、電圧 V_c が電圧 V_b 以上でないとき、一連の動作はステップ S 111 へ移行し、電圧 V_c が電圧 V_b 以上であるとき、一連の動作はステップ S 104 へ移行する。

【0153】

ステップ S 103 において、電圧 V_c が電圧 V_b 以上であるか否かを判定することにしたのは、ステップ S 102 においてシステムリレー SMR 1 および SMR 3 がオンされると、直流電源 30 は、上述したように、コンデンサ 50 に直流電流を供給する。したがって、直流電源 30 が中性点 M 1 と中性点 M 2 との間に接続されると、コンデンサ 50 の両端の電圧 V_c は、少なくとも直流電源 30 の出力電圧である電圧 V_b まで上昇する。

【0154】

しかし、直流電源 30 とコンデンサ 50 との間の回路において断線等の故障が存在する場合、電圧 V_c は電圧 V_b まで上昇しない。したがって、ステップ S 103 において、電圧 V_c が電圧 V_b 以上であるか否かを判定することにより、直流電源 30 がコンデンサ 50 に直流電流を正常に供給していることを確認することにしたものである。

【0155】

そして、ステップ S103 において、電圧 V_c が電圧 V_b 以上であると判定することは、直流電源 30 が中性点 M1 と中性点 M2 との間に接続されたことを確認すること、または直流電源 30 とコンデンサ 50 との間の回路が正常であることを確認することに相当する。

【0156】

ステップ S103 において電圧 V_c が電圧 V_b 以上であると判定されると、プリチャージ制御手段 184B は、信号 SE2 を生成してリレー 40 へ出力する。リレー 40 のシステムリレー SMR2 は、信号 SE2 に応じてオンされ、システムリレー SMR1 は、システムリレー SMR2 がオンされた後にオフされる（ステップ S104）。そして、インバータ 181, 182 の駆動が許可され（ステップ S105）、プリチャージ制御手段 184B は、電圧 V_b , V_c に基づいて、上述した方法によって、信号 PWMPC1 または PWMPC2 を生成してインバータ 181 または 182 へ出力する。

【0157】

この場合、プリチャージ制御手段 184B は、インバータ 181 のみを用いて電圧 V_b を昇圧するとき信号 PWMPC1 を生成してインバータ 181 へ出力し、インバータ 182 のみを用いて電圧 V_b を昇圧するとき信号 PWMPC2 を生成してインバータ 182 へ出力する。

【0158】

インバータ 181 のみを用いて電圧 V_b を昇圧する場合、インバータ 181 が信号 PWMPC1 を受けると、NPN トランジスタ Q2, Q4, Q6 は、信号 PWMPC1 に基づいて同時にオン／オフされる。そして、NPN トランジスタ Q2, Q4, Q6 がオンされた期間に応じた電力が 3 相コイル 10, 11 に蓄積され、その蓄積された電力に応じた直流電圧がコンデンサ 50 に供給される。

【0159】

また、インバータ 182 のみを用いて電圧 V_b を昇圧する場合、インバータ 182 が信号 PWMPC2 を受けると、NPN トランジスタ Q7, Q9, Q11 は、信号 PWMPC2 に基づいて同時にオン／オフされる。そして、NPN トランジスタ Q7, Q9, Q11 がオンされた期間に応じた電力が 3 相コイル 10, 11

1に蓄積され、その蓄積された電力に応じた直流電圧がコンデンサ50に供給される。

【0160】

これにより、電圧 V_b の昇圧動作が行なわれる（ステップS106）。

その後、プリチャージ制御手段184Bは、電圧センサー51からの電圧 V_c が所定の電圧 V_{std} 以上であるか否かを判定し（ステップS107）、電圧 V_c が所定の電圧 V_{std} 以上でないとき一連の動作はステップS111へ移行する。

【0161】

一方、電圧 V_c が所定の電圧 V_{std} 以上であるとき、インバータ183の駆動が許可される（ステップS108）。そして、インバータ181または182は、信号PWMP C1またはPWMP C2に基づいて、継続して電圧 V_b を昇圧し、その昇圧した直流電圧をコンデンサ50に供給する。つまり、3相コイル10, 11とインバータ181または182からなるDC/DCコンバータが起動される（ステップS109）。

【0162】

そうすると、プリチャージ制御手段184Bは、信号DPLを生成してモータ制御手段184Aおよび表示装置190へ出力する。表示装置190は、信号DPLに応じて、「READY」を表示する（ステップS110）。その後、一連の動作が図13のステップS201へ移行する。

【0163】

一方、ステップS103において電圧 V_c が電圧 V_b 以上でないと判定されたとき、またはステップS107において電圧 V_c が所定の電圧 V_{std} 以上でないと判定されたとき、プリチャージ制御手段184Bは、信号ERRを生成してモータ制御手段184Aおよび表示装置190へ出力する。表示装置190は、信号ERRに応じて、「エラー」を表示する（ステップS111）。そして、動力出力装置100の動作が終了する。

【0164】

ステップS103において電圧 V_c が電圧 V_b 以上でないと判定されることは

、直流電源 30 から出力される電圧 V_b がコンデンサ 50 の両端に印加されないことになり、直流電源 30 とコンデンサ 50 との間の回路に故障があることを意味する。したがって、そのまま、動作を継続してもモータジェネレータ MG1, MG2 を駆動することができないので、「エラー」を表示することにしたものである。

【0165】

また、ステップ S107 において電圧 V_c が所定の電圧 V_{std} 以上でないと判定されることは、直流電源 30 からの電圧 V_b が所定の電圧 V_{std} に昇圧されなかったことになり、3 相コイル 10, 11 および NPN トランジスタ Q2, Q4, Q6, Q7, Q9, Q11 に故障があることを意味する。したがって、そのまま、動作を継続してもモータジェネレータ MG1, MG2 を駆動することができないので、「エラー」を表示することにしたものである。

【0166】

図 13 は、図 11 に示すステップ S20 の詳細な動作を説明するためのフローチャートである。図 12 に示すステップ S110 の後、モータ制御手段 184A は、ドライバー要求トルクを受ける。すなわち、モータ制御手段 184A は、アクセルポジション AP、シフトポジション SP およびブレーキポジション BP を受ける（ステップ S201）。そして、モータ制御手段 184A は、回転数、温度および直流電源 30 の容量（バッテリーの SOC: State Of Charge）等のシステム情報を受ける（ステップ S202）。

【0167】

その後、モータ制御手段 184A は、ステップ S201, S202 で受けた各種の信号に基づいてエンジン指令パワー、発電機指令トルク TR1 および電動機指令トルク TR2 を演算する（ステップ S203）。そして、モータ制御手段 184A は、レゾルバ 139 からの回転角度 θ_s に基づいてモータジェネレータ MG1（発電機）の回転数 MRN1 を演算し、レゾルバ 149 からの回転角度 θ_r に基づいてモータジェネレータ MG2（電動機）の回転数 MRN2 を演算する。

【0168】

そうすると、モータ制御手段 184A は、ステップ S203 において演算した

発電機指令トルク T_{R1} および電動機指令トルク T_{R2} に、それぞれ、回転数 M_{RN1} 、 M_{RN2} を乗算して発電機パワー P_g および電動機パワー P_m を演算する（ステップ S204）。そして、モータ制御手段 184A は、発電機パワー P_g と電動機パワー P_m との和 $P_g + P_m$ が零であるか否かを判定し（ステップ S205）、和 $P_g + P_m$ が零でないとき、さらに、前回、リレー 40 をオンしたか否かを判定する（ステップ S206）。

【0169】

ステップ S206 において、前回、リレー 40 がオンされていないと判定されたとき、制御 CPU 184 は、信号 SE2 を生成してリレー 40 へ出力する。これにより、リレー 40 のシステムリレー SMR2 および SMR3 はオンされ、直流電源 30 が 3 相コイル 10 の中性点 M1 と 3 相コイル 11 の中性点 M2 とに接続される（ステップ S207）。ステップ S206 において、前回、リレー 40 がオンされたと判定されたとき、またはステップ S207 の後、減算器 1852、PI 制御部 1853、電池電流予測演算部 1851、加減算器 1854 および PI 制御部 1855 は、上述した方法によって 3 相コイル 10 の中性点 M1 と 3 相コイル 11 の中性点 M2 との電位差、すなわち、2Y モータ中性点電圧指令を演算する（ステップ S208）。その後、ステップ S213 へ移行する。

【0170】

一方、ステップ S205 において、和 $P_g + P_m$ が零であると判定されたとき、モータ制御手段 184A は、さらに、電流センサー 31 からの電池電流 BCR T に基づいてバッテリー電流が零か否かを判定する（ステップ S209）。そして、ステップ S209 において、バッテリー電流が零でないと判定されたとき、上述したステップ S208 へ移行する。

【0171】

ステップ S209 において、バッテリー電流が零であると判定されたとき、モータ制御手段 184A は、前回、リレー 40 がオフされたか否かを判定し（ステップ S210）、リレー 40 がオフされていないとき、L レベルの信号 SE を生成してリレー 40 へ出力する。これにより、リレー 40 はオフされ、直流電源 30 は、3 相コイル 10 の中性点 M1 および 3 相コイル 11 の中性点 M2 から切離さ

れる（ステップS211）。そして、ステップS210において、前回、リレー40がオフされたと判定されたとき、またはステップS211の後、上述した減算器1852、PI制御部1853、電池電流予測演算部1851、加減算器1854およびPI制御部1855は、3相コイル10の中性点M1と3相コイル11の中性点M2との電位差V012を零、すなわち、2Yモータ中性点電圧指令を零と演算する（ステップS212）。

【0172】

そして、ステップS208の後、直流電源30が中性点M1と中性点M2との間に接続された状態で発電機（モータジェネレータMG1）および電動機（モータジェネレータMG2）が駆動される（ステップS213）。また、ステップS212の後、直流電源30が中性点M1、M2から切り離された状態で発電機（モータジェネレータMG1）および電動機（モータジェネレータMG2）が駆動される（ステップS213）。

【0173】

ステップS205、20S9～S212、S213の経路は、直流電源30が中性点M1、M2から切り離された状態で発電機（モータジェネレータMG1）および電動機（モータジェネレータMG2）が駆動される経路、すなわち、モータジェネレータMG1が発電した電力によってモータジェネレータMG2が駆動される経路である。このようなモードにおいて、直流電源30を中性点M1、M2間に接続しておく、と、モータジェネレータMG1の3相コイル10、11の各相に印加可能な電圧は $V_c - V_b$ になり、モータジェネレータMG1における発電効率が低下する。

【0174】

モータジェネレータMG2は、ハイブリッド自動車の駆動輪を駆動するためのモータであるため、回転数を広い範囲で制御できることがハイブリッド自動車のスムーズな走行を実現するためには好ましい。そこで、モータジェネレータMG1における発電効率を向上し、モータジェネレータMG2の回転数を広い範囲で制御可能にするために、モータジェネレータMG1が発電した電力によってモータジェネレータMG2を駆動しているモードにおいては、直流電源30を中性点

M1, M2 から切離すことにしたものである。

【0175】

また、ステップ S206～S208, S213 で示す経路は、直流電源 30 を中性点 M1, M2 に接続した状態で発電機（モータジェネレータ MG1）および電動機（モータジェネレータ MG2）を駆動する経路である。そして、この経路においては、中性点 M1 と中性点 M2 との電位差 V_{012} を上下させることによってモータジェネレータ MG1 は、直流電源 30 からの電圧 V_b を昇圧してコンデンサ 50 を充電し、またはコンデンサ 50 の両端の電圧を降圧して直流電源 30 を充電する。しかし、このような電圧の昇圧動作および降圧動作は、ハイブリッド自動車の駆動輪を駆動するトルクを出力しないモータジェネレータ MG1 において行なわれるので、駆動輪を駆動するモータジェネレータ MG2 の効率を最大にできる。

【0176】

このように、動力出力装置 100 においては、発電機（モータジェネレータ MG1）および電動機（モータジェネレータ MG2）を駆動する前に、インバータ 181～183 の入力側に設けられたコンデンサ 50 をプリチャージし、コンデンサ 50 のプリチャージが完了すると発電機（モータジェネレータ MG1）および電動機（モータジェネレータ MG2）を駆動することを特徴とする。これにより、動力出力装置の起動をスムーズに行なうことができる。

【0177】

また、動力出力装置 100 においては、発電機（モータジェネレータ MG1）によって発電された電力によって電動機（モータジェネレータ MG2）を駆動するモードにおいては、直流電源 30 を中性点 M1, M2 から切離して発電機（モータジェネレータ MG1）における発電効率を向上して電動機（モータジェネレータ MG2）を広い範囲で動作させ、発電機（モータジェネレータ MG1）によって発電された電力によって電動機（モータジェネレータ MG2）を駆動しないモードにおいては、駆動輪を駆動しないモータジェネレータ MG1 によって直流電圧の昇圧動作および降圧動作を行なう。これによって、動力出力装置 100 をハイブリッド自動車に適用した場合、ハイブリッド自動車をスムーズに走行させ

ることができる。

【0178】

なお、この発明によるモータ駆動方法は、図11、図12および図13に示すフローチャートに従ってモータジェネレータMG1、MG2を駆動するモータ駆動方法である。

【0179】

また、制御CPU184におけるモータの駆動制御は、実際にはCPUによって行なわれ、CPUは、図11、図12および図13に示すフローチャートの各ステップを備えるプログラムをROM (Read Only Memory) から読出し、その読出したプログラムを実行して図11、図12および図13に示すフローチャートに従ってモータジェネレータMG1、MG2の駆動を制御する。したがって、ROMは、図11、図12および図13に示すフローチャートの各ステップを備えるプログラムを記録したコンピュータ (CPU) 読取り可能な記録媒体に相当する。

【0180】

再び、図3を参照して、動力出力装置100が搭載されたハイブリッド自動車の始動時、発進時、軽負荷走行モード、中速低負荷走行モード、加速・急加速モード、低 μ 路走行モードおよび減速・制動モードにおける動力出力装置100の動作について説明する。

【0181】

まず、ハイブリッド自動車のエンジン始動時における動力出力装置100の動作について説明する。一連の動作が開始されると、制御CPU184は、スタートキー186からの信号STONに応じて、Hレベルの信号SE1を生成してリレー40へ出力する。リレー40のシステムリレーSMR1およびSMR3は、Hレベルの信号SE1に応じてオンされる。そして、制御CPU184は、電圧センサー51からの電圧Vcが電圧センサー32からの電圧Vb以上であるか否かを判定し、電圧Vcが電圧Vb以上でないとき信号ERRを生成して表示装置190へ出力する。そうすると、表示装置190は、信号ERRに応じて「エラー」を表示する。

【0182】

電圧 V_c が電圧 V_b 以上であるとき、制御 CPU 184 は、信号 SE2 を生成してリレー 40 へ出力する。そうすると、リレー 40 のシステムリレー SMR2 は、信号 SE2 に応じてオンされ、システムリレー SMR1 は、信号 SE2 に応じて、システムリレー SMR2 がオンされた後にオフされる。

【0183】

その後、制御 CPU 184 は、上述した方法によって信号 PWMPC1 または PWMPC2 を生成してインバータ 181 または 182 へ出力する。そして、インバータ 181 または 182 は、信号 PWMPC1 または PWMPC2 に応じて、直流電源 30 の出力電圧 V_b を昇圧してコンデンサ 50 を所定の電圧 V_{std} 以上にプリチャージする。

【0184】

そして、制御 CPU 184 は、電圧センサー 51 からの電圧 V_c が所定の電圧 V_{std} 以上であるか否かを判定し、電圧 V_c が所定の電圧 V_{std} 以上でないとき信号 ERR を生成して表示装置 190 へ出力する。表示装置 190 は、信号 ERR に応じて「エラー」を表示する。

【0185】

一方、電圧 V_c が所定の電圧 V_{std} 以上であるとき、制御 CPU 184 は、コンデンサ 50 がプリチャージされたことを示す信号 DPL を生成して表示装置 190 へ出力する。そして、表示装置 190 は、信号 DPL に応じて「READY」を表示する。

【0186】

そうすると、制御 CPU 184 は、モータジェネレータ MG1 をエンジン 150 の始動用に用いるためのトルク指令値 TR11 (トルク指令値 TR1 の一種) およびモータ回転数 MRN1 を生成する。そして、制御 CPU 184 は、生成したトルク指令値 TR11 に基づいてモータジェネレータ MG1 の d 軸および q 軸に流す電流の電流指令値 I_{d1*} 、 I_{q1*} とコンデンサ 50 の電圧指令値 V_{c*} とを演算する。さらに、制御 CPU 184 は、電流センサー 12, 13 からのモータ電流 MCRT11, 12、電圧センサー 51 からの電圧 V_c およびレゾル

バ139からの回転角度 θ_s を受け、その受けたモータ電流MCRT11, 12、電圧Vcおよび回転角度 θ_s と、演算した電流指令値Id1*, Iq1*および電圧指令値Vc*とに基づいて、上述した方法によって信号PWMI1, 2を生成する。そして、制御CPU184は、生成した信号PWMI1, 2をそれぞれインバータ181, 182へ出力する。

【0187】

そうすると、インバータ181のNPNトランジスタQ1~Q6は信号PWMI1によってオン/オフされ、インバータ182のNPNトランジスタQ7~Q12は信号PWMI2によってオン/オフされる。そして、インバータ181, 182は、直流電源30から出力される電圧Vbを昇圧してコンデンサ50の両端の電圧Vcが電圧指令値Vc*になるようにコンデンサ50を充電するとともに、コンデンサ50からの直流電圧をそれぞれ信号PWMI1, 2に基づいて交流電圧に変換して3相コイル10, 11に印加する。

【0188】

これにより、モータジェネレータMG1は、トルク指令値TR11によって指定されたトルクを出力するように駆動され、モータジェネレータMG1が出力するトルクは、サンギア軸125、プラネタリギア120およびキャリア軸127を介してクランクシャフト156へ伝達される。そして、クランクシャフト156が回転数MRN1で回転され、エンジン150が始動される。これにより、ハイブリッド自動車のエンジン始動時における動力出力装置100の動作が終了する。

【0189】

次に、ハイブリッド自動車の発進時における動力出力装置100の動作について説明する。一連の動作が開始されると、制御CPU184は、外部ECUから発進信号を受ける。そして、制御CPU184は、発進信号に応じて、モータジェネレータMG2を発進用に用いるためのトルク指令値TR21（トルク指令値TR2の一種）およびモータ回転数MRN2を生成し、その生成したトルク指令値TR21に基づいてモータジェネレータMG2のd軸およびq軸に流す電流指令値Id2*, Iq2*を演算する。

【0190】

また、制御CPU184は、始動後のエンジン150の回転力によってモータジェネレータMG1を発電機として機能させるためのトルク指令値TR12（トルク指令値TR1の一種）およびモータ回転数MRN1を生成し、その生成したトルク指令値TR12に基づいてモータジェネレータMG1のd軸およびq軸に流す電流指令値 I_{d1}^* 、 I_{q1}^* とコンデンサ50の電圧指令値 V_c^* とを演算する。

【0191】

そして、制御CPU184は、トルク指令値TR21とモータ回転数MRN2とにより電動機（モータジェネレータMG2）のパワー P_m を演算し、トルク指令値TR12とモータ回転数MRN1とにより発電機（モータジェネレータMG1）のパワー P_g を演算する。制御CPU184は、電動機のパワー P_m と発電機のパワー P_g との和 $P_m + P_g$ が零か否かを判定し、和 $P_m + P_g$ が零でないとき、リレー40がオンされているか否かを判定する。リレー40は、エンジン150の始動時にオンされているので、制御CPU184は、演算した電流指令値 I_{d1}^* 、 I_{q1}^* および電圧指令値 V_c^* と、電圧センサー51から受けた電圧 V_c とに基づいて、3相コイル10、11により発電しながらコンデンサ50の直流電圧を降圧して直流電源30を充電するための電位差 V_{012} を演算する。そして、制御CPU184は、電流指令値 I_{d1}^* 、 I_{q1}^* と電流センサー12、13からのモータ電流MCRT11、12とレゾルバ139からの回転角度 θ_s とに基づいて演算された3相コイル10、11の各相に印加する電圧 V_{u1} 、 V_{v1} 、 V_{w1} 、 V_{u2} 、 V_{v2} 、 V_{w2} に、既に演算した電位差 V_{012} を加算して信号PWMC1、2を生成してそれぞれインバータ181、182へ出力する。

【0192】

また、制御CPU184は、電流センサー14からのモータ電流MCRT2とレゾルバ149からの回転角度 θ_r とを受け、その受けたモータ電流MCRT2および回転角度 θ_r と、既に演算した電流指令値 I_{d2}^* 、 I_{q2}^* とに基づいて、上述した方法によって信号PWMI3を生成してインバータ183へ出力す

る。

【0193】

そうすると、インバータ181, 182は、それぞれ、信号PWC1, 2に応じて3相コイル10, 11によって発電された交流電圧を直流電圧に変換してコンデンサ50を充電するとともに、コンデンサ50からの直流電圧を降圧して直流電源30を充電する。また、インバータ183は、信号PWMI3に応じて、コンデンサ50からの直流電圧を交流電圧に変換してモータジェネレータMG2を駆動する。そして、モータジェネレータMG2は、トルク指令値TR21によって指定されたトルクを生成し、その生成したトルクをリングギア軸126、プラネタリギア120、動力取出ギア128およびチェーンベルト129を介して動力伝達ギア111に伝達して駆動輪を駆動し、ハイブリッド自動車は発進する。

【0194】

この場合、モータジェネレータMG1においては、降圧動作が行なわれるが、モータジェネレータMG1は駆動輪を駆動しないので、ハイブリッド自動車の発進性能が低下することはない。

【0195】

一方、電動機のパワー P_m と発電機のパワー P_g との和 $P_m + P_g$ が零であるとき、制御CPU184は、さらに、電流センサー31からの電池電流BCRTが零であるか否かを判定し、電池電流BCRTが零でないとき、上述した和 $P_m + P_g$ が零でないときの動作が行なわれる。そして、電流センサー31からの電池電流BCRTが零であるとき、制御CPU184は、リレー40がオフされているか否かを判定する。この場合、エンジン150の始動時にリレー40をオンしたままであるので、制御CPU184は、Lレベルの信号SEを生成してリレー40へ出力する。これにより、リレー40（システムリレーSMR1～SMR3の全部）がオフされ、直流電源30が中性点M1, M2から切離される。

【0196】

そして、制御CPU184は、中性点M1と中性点M2との電位差V012を零に設定して、既に演算した電流指令値 I_{d1*} , I_{q1*} と電流センサー12

、13からのモータ電流MCRT11、12とレゾルバ139からの回転角度 θ_s とに基づいて信号PWMC1、2を生成してそれぞれインバータ181、182へ出力する。

【0197】

また、制御CPU184は、電流センサー14からのモータ電流MCRT2とレゾルバ149からの回転角度 θ_r とを受け、その受けたモータ電流MCRT2および回転角度 θ_r と、既に演算した電流指令値 I_{d2}^* 、 I_{q2}^* とに基づいて、上述した方法によって信号PWMI3を生成してインバータ183へ出力する。

【0198】

そうすると、インバータ181、182は、それぞれ、信号PWMC1、2に応じて3相コイル10、11によって発電された交流電圧を直流電圧に変換してコンデンサ50を充電する。また、インバータ183は、信号PWMI3に応じて、コンデンサ50からの直流電圧を交流電圧に変換してモータジェネレータMG2を駆動する。そして、モータジェネレータMG2は、トルク指令値TR21によって指定されたトルクを生成し、その生成したトルクをリングギア軸126、プラネタリギア120、動力取出ギア128およびチェーンベルト129を介して動力伝達ギア111に伝達して駆動輪を駆動し、ハイブリッド自動車は発進する。

【0199】

この場合、直流電源30は中性点M1、M2から切離されているので、モータジェネレータMG1の発電効率が向上し、モータジェネレータMG2は、発電効率が向上したモータジェネレータMG1からの発電電力を受けて広い範囲で動作する。その結果、ハイブリッド自動車はスムーズに発進する。

【0200】

これにより、ハイブリッド自動車の発進時における動力出力装置100の動作が終了する。

【0201】

次に、ハイブリッド自動車が軽負荷走行モードにある場合の動力出力装置10

0における動作について説明する。一連の動作が開始されると、制御CPU184は、外部ECUから軽負荷走行モードを示す信号を受ける。制御CPU184は、軽負荷走行モードを示す信号に応じて、ハイブリッド自動車の前輪をモータジェネレータMG2のみで駆動するためのトルク指令値TR22（トルク指令値TR2の一種）およびモータ回転数MRN2を生成し、その生成したトルク指令値TR22に基づいてモータジェネレータMG2のd軸およびq軸に流す電流指令値Id2*, Iq2*を演算する。また、制御CPU184は、電流センサー14からのモータ電流MCRT2とレゾルバ149からの回転角度 θ_r とを受け取る。そして、制御CPU184は、受けたモータ電流MCRT2および回転角度 θ_r と、演算した電流指令値Id2*, Iq2*とに基づいて、上述した方法によって信号PWMI3を生成してインバータ183へ出力する。

【0202】

インバータ183は、信号PWMI3に応じてコンデンサ50からの直流電圧を交流電圧に変換してモータジェネレータMG2を駆動する。そして、モータジェネレータMG2は、トルク指令値TR22によって指定されたトルクを生成し、その生成したトルクをリングギア軸126、プラネタリギア120、動力取出ギア128およびチェーンベルト129を介して動力伝達ギア111に伝達して駆動輪を駆動し、ハイブリッド自動車は軽負荷走行を行なう。これにより、ハイブリッド自動車が軽負荷走行モードにある場合の動力出力装置100の動作が終了する。

【0203】

次に、ハイブリッド自動車が中速低負荷走行モードにある場合の動力出力装置100の動作について説明する。この場合の動力出力装置100の動作は、上述したハイブリッド自動車のエンジン150の始動時における動力出力装置100の動作と同じである。

【0204】

次に、ハイブリッド自動車が加速・急加速モードにある場合の動力出力装置100の動作について説明する。一連の動作が開始されると、制御CPU184は、外部ECUから加速・急加速モードを示す信号を受ける。そして、制御CPU

184は、加速・急加速モードを示す信号に応じて、モータジェネレータMG2を加速・急加速用に用いるためのトルク指令値TR23（トルク指令値TR2の一種）およびモータ回転数MRN2を生成し、その生成したトルク指令値TR23に基づいてモータジェネレータMG2のd軸およびq軸に流す電流指令値 I_{d2*} 、 I_{q2*} を演算する。

【0205】

また、制御CPU184は、エンジン150の回転力によってモータジェネレータMG1を発電機として機能させるためのトルク指令値TR13（トルク指令値TR1の一種）およびモータ回転数MRN1を生成し、その生成したトルク指令値TR13に基づいてモータジェネレータMG1のd軸およびq軸に流す電流指令値 I_{d1*} 、 I_{q1*} とコンデンサ50の電圧指令値 V_{c*} とを演算する。

【0206】

そして、制御CPU184は、トルク指令値TR23とモータ回転数MRN2とにより電動機（モータジェネレータMG2）のパワー P_m を演算し、トルク指令値TR13とモータ回転数MRN1とにより発電機（モータジェネレータMG1）のパワー P_g を演算する。制御CPU184は、電動機のパワー P_m と発電機のパワー P_g との和 $P_m + P_g$ が零か否かを判定し、和 $P_m + P_g$ が零でないとき、リレー40がオンされているか否かを判定する。そして、制御CPU184は、リレー40がオンされていなければHレベルの信号SEを生成してリレー40へ出力する。これにより直流電源30が中性点M1、M2に接続される。

【0207】

その後、制御CPU184は、演算した電流指令値 I_{d1*} 、 I_{q1*} および電圧指令値 V_{c*} と、電圧センサー51から受けた電圧 V_c とに基づいて、3相コイル10、11により発電しながらコンデンサ50の直流電圧を降圧して直流電源30を充電するための電位差 V_{012} を演算する。そして、制御CPU184は、電流指令値 I_{d1*} 、 I_{q1*} と電流センサー12、13からのモータ電流MCRT11、12とレゾルバ139からの回転角度 θ_s とに基づいて演算された3相コイル10、11の各相に印加する電圧 V_{u1} 、 V_{v1} 、 V_{w1} 、 V_{u2} 、 V_{v2} 、 V_{w2} に、既に演算した電位差 V_{012} を加算して信号PWMC1

、2を生成し、その生成した信号PWC1、2をそれぞれインバータ181、182へ出力する。

【0208】

また、制御CPU184は、電流センサー14からのモータ電流MCRT2とレゾルバ149からの回転角度 θ_r を受け、その受けたモータ電流MCRT2および回転角度 θ_r と、既に演算した電流指令値 I_{d2}^* 、 I_{q2}^* とに基づいて、上述した方法によって信号PWMI3を生成してインバータ183へ出力する。

【0209】

そうすると、インバータ181、182は、それぞれ、信号PWC1、2に応じて3相コイル10、11によって発電された交流電圧を直流電圧に変換してコンデンサ50を充電するとともに、コンデンサ50からの直流電圧を降圧して直流電源30を充電する。また、インバータ183は、信号PWMI3に応じて、コンデンサ50からの直流電圧を交流電圧に変換してモータジェネレータMG2を駆動する。そして、モータジェネレータMG2は、トルク指令値TR23によって指定されたトルクを生成し、その生成したトルクをリングギア軸126、プラネタリギア120、動力取出ギア128およびチェーンベルト129を介して動力伝達ギア111に伝達して駆動輪を駆動し、ハイブリッド自動車は加速・急加速する。

【0210】

この場合、モータジェネレータMG1においては、降圧動作が行なわれるが、モータジェネレータMG1は駆動輪を駆動しないので、ハイブリッド自動車の発進性能が低下することはない。

【0211】

一方、電動機のパワー P_m と発電機のパワー P_g との和 $P_m + P_g$ が零であるとき、制御CPU184は、さらに、電流センサー31からの電池電流BCRTが零であるか否かを判定し、電池電流BCRTが零でないとき、上述した和 $P_m + P_g$ が零でないときの動作が行なわれる。そして、電流センサー31からの電池電流BCRTが零であるとき、制御CPU184は、リレー40がオフされて

いるか否かを判定する。そして、制御CPU184は、リレー40がオフされていないときLレベルの信号SEを生成してリレー40へ出力する。これにより、リレー40（システムリレーSMR1～SMR3の全部）はオフされ、直流電源30が中性点M1，M2から切離される。

【0212】

その後、制御CPU184は、中性点M1と中性点M2との電位差V012を零に設定して、既に演算した電流指令値 I_{d1*} ， I_{q1*} と電流センサー12，13からのモータ電流MCRT11，12とレゾルバ139からの回転角度 θ_s とに基づいて信号PWMC1，2を生成してそれぞれインバータ181，182へ出力する。

【0213】

また、制御CPU184は、電流センサー14からのモータ電流MCRT2とレゾルバ149からの回転角度 θ_r とを受け、その受けたモータ電流MCRT2および回転角度 θ_r と、既に演算した電流指令値 I_{d2*} ， I_{q2*} とに基づいて、上述した方法によって信号PWMI3を生成してインバータ183へ出力する。

【0214】

そうすると、インバータ181，182は、それぞれ、信号PWMC1，2に応じて3相コイル10，11によって発電された交流電圧を直流電圧に変換してコンデンサ50を充電する。また、インバータ183は、信号PWMI3に応じて、コンデンサ50からの直流電圧を交流電圧に変換してモータジェネレータMG2を駆動する。そして、モータジェネレータMG2は、トルク指令値TR23によって指定されたトルクを生成し、その生成したトルクをリングギア軸126、プラネタリギア120、動力取出ギア128およびチェーンベルト129を介して動力伝達ギア111に伝達して駆動輪を駆動し、ハイブリッド自動車は加速・急加速する。

【0215】

この場合、直流電源30は中性点M1，M2から切離されているので、モータジェネレータMG1の発電効率が向上し、モータジェネレータMG2は、発電効

率が向上したモータジェネレータMG 1からの発電電力を受けて広い範囲で動作する。その結果、ハイブリッド自動車はスムーズに加速・急加速する。これにより、ハイブリッド自動車の加速・急加速時における動力出力装置100の動作が終了する。

【0216】

次に、ハイブリッド自動車が低 μ 路走行モードにある場合の動力出力装置100の動作について説明する。一連の動作が開始されると、制御CPU184は、外部ECUから低 μ 路走行モードを示す信号を受ける。制御CPU184は、低 μ 路走行モードを示す信号に応じて、モータジェネレータMG2を回生モードで駆動するためのトルク指令値TR24およびモータ回転数MRN2を生成し、その生成したトルク指令値TR24に基づいてモータジェネレータMG2のd軸およびq軸に流す電流指令値 I_{d2*} 、 I_{q2*} を演算する。

【0217】

そして、制御CPU184は、電流センサー14からのモータ電流MCRT2とレゾルバ149からの回転角度 θ_r と、既に演算した電流指令値 I_{d2*} 、 I_{q2*} とに基づいて信号PWMC3を生成してインバータ183へ出力する。

【0218】

そうすると、インバータ183は、信号PWMC3に基づいて、モータジェネレータMG2が発電した交流電圧を直流電圧に変換してコンデンサ50を充電する。これにより、ハイブリッド自動車の低 μ 路走行時における動力出力装置100の動作が終了する。

【0219】

最後に、ハイブリッド自動車が減速・制動モードにある場合の動力出力装置100の動作について説明する。この場合、走行エネルギーを電気エネルギーとして回収するので、モータジェネレータMG2は回生モードで駆動される。したがって、この場合の動力出力装置100の動作は、低 μ 路走行時における動力出力装置100の動作と同じである。

【0220】

なお、上記においては、コンデンサ50を所定の電圧にプリチャージするとき

、インバータ 181 の U 相アーム 15、V 相アーム 16 および W 相アーム 17 の全部またはインバータ 182 の U 相アーム 18、V 相アーム 19 および W 相アーム 20 の全部を用いるとして説明したが、この発明は、これに限らず、インバータ 181 の U 相アーム 15、V 相アーム 16 および W 相アーム 17 から選択された 1 つのアームまたはインバータ 182 の U 相アーム 18、V 相アーム 19 および W 相アーム 20 から選択された 1 つのアームを用いて直流電源 30 からの電圧 V_b を昇圧してコンデンサ 50 を所定の電圧にプリチャージしてもよい。

【0221】

また、この発明は、インバータ 181 の U 相アーム 15、V 相アーム 16 および W 相アーム 17 またはインバータ 182 の U 相アーム 18、V 相アーム 19 および W 相アーム 20 を所定の順序で切換えて直流電源 30 からの電圧 V_b を昇圧してコンデンサ 50 を所定の電圧にプリチャージしてもよい。これにより、インバータ 181 の U 相アーム 15、V 相アーム 16 および W 相アーム 17 またはインバータ 182 の U 相アーム 18、V 相アーム 19 および W 相アーム 20 の劣化を低減できる。

【0222】

さらに、上記においては、プリチャージ制御手段 184B は、電圧 V_c が電圧 V_b 以上であると判定することにより、直流電源 30 を中性点 M1、M2 に接続したことを確認すると説明したが、この発明においては、これに限らず、直流電源 30 が中性点 M1、M2 に接続されたことをプリチャージ制御手段 184B が確認する基準電圧は、電圧 V_b 以外の値に設定されてもよい。

【0223】

さらに、上記においては、コンデンサ 50 のプリチャージが完了したことを確認する所定の電圧 V_{std} は、直流電源 V_b が昇圧されたことを示す電圧であればどのような電圧であってもよい。

【0224】

さらに、この発明においては、3 相コイル 10、11 およびインバータ 181 または 3 相コイル 10、11 およびインバータ 182 は、「DC/DC コンバータ」を構成する。

【0225】

さらに、この発明においては、3相コイル10、11のそれぞれにおける1つのコイルおよび1つのコイルに対応するインバータ181の1つのアーム（U相アーム15、V相アーム16およびW相アーム17のいずれかのアーム）は、「DC/DCコンバータ」を構成する。

【0226】

さらに、この発明においては、3相コイル10、11のそれぞれにおける1つのコイルおよび1つのコイルに対応するインバータ182の1つのアーム（U相アーム18、V相アーム19およびW相アーム20のいずれかのアーム）は、「DC/DCコンバータ」を構成する。

【0227】

この実施の形態によれば、動力出力装置は、スタートキーからの信号STONに応じてコンデンサ50をプリチャージするための信号PWMPC1またはPWMPC2を生成するプリチャージ制御手段184Bと、信号PWMPC1またはPWMPC2に応じて、直流電源30からの出力電圧Vbを昇圧してコンデンサ50をプリチャージするインバータ181または182と、コンデンサ50のプリチャージが完了した後にモータジェネレータMG1、MG2を駆動するモータ制御手段184Aとを備えるので、動力出力装置の起動をスムーズに行なうことができる。

【0228】

また、始動時においてインバータ181～183へのインバータ入力電圧が高電圧となり、モータジェネレータMG1、MG2を高出力および高効率で駆動できる。その結果、動力出力装置100を搭載したハイブリッド自動車の燃費を向上できる。

【0229】

さらに、インバータ181～183へのインバータ入力電圧がコンデンサ50のプリチャージにより高電圧になる結果、エンジンクランク時の振動を低減できる。

【0230】

さらに、この実施の形態によれば、動力出力装置は、モータジェネレータMG 1と、モータジェネレータMG 2と、直流電源と、モータジェネレータMG 1の2つの3相コイルの中性点間に直流電源を接続／不接続するリレーと、モータジェネレータMG 1によって発電された電力によってモータジェネレータMG 2を駆動するとき、直流電源をモータジェネレータMG 1の2つの3相コイルの中性点から切離すようにリレーを制御する制御CPUとを備えるので、モータジェネレータMG 1の発電効率を向上させてモータジェネレータMG 2を広い範囲で動作することができる。また、制御CPUは、昇圧動作または降圧動作をするようにモータジェネレータMG 1を駆動するので、ハイブリッド自動車の駆動輪を駆動するモータジェネレータMG 2の効率を最大にできる。

【0231】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態による動力出力装置の概略ブロック図である。

【図2】 図1に示すプラネタリギアおよびそれに結合されるモータの拡大図である。

【図3】 図1に示す動力出力装置の主要部の電気回路図である。

【図4】 図3に示す2つの3相コイルの平面配置図である。

【図5】 3相コイル10の中性点M1と3相コイル11の中性点M2との電位差 V_{012} が直流電源30の電圧 V_b よりも小さい状態における電流の流れを2YモータMG1の3相コイル10, 11のU相の漏れインダクタンスに着目して説明するための回路図である。

【図6】 3相コイル10の中性点M1と3相コイル11の中性点M2との電位差 V_{012} が直流電源30の電圧 V_b よりも大きい状態における電流の流れを2YモータMG1の3相コイル10, 11のU相の漏れインダクタンスに着目

して説明するための回路図である。

【図 7】 3 相コイル 10 の中性点 M1 の電位 V_{01} と、3 相コイル 11 の中性点 M2 の電位 V_{02} との差が直流電源 30 の電圧 V_b に一致するように操作したときの 3 相コイル 10 の電位 V_{u1} , V_{v1} , V_{w1} と、3 相コイル 11 の電位 V_{u2} , V_{v2} , V_{w2} とを示す波形図である。

【図 8】 図 3 に示す制御 CPU の機能ブロック図である。

【図 9】 図 8 に示すモータ制御手段の機能ブロック図である。

【図 10】 図 8 に示すプリチャージ制御手段の機能ブロック図である。

【図 11】 図 1 に示す動力出力装置の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 12】 図 11 に示すステップ S10 の詳細な動作を説明するためのフローチャートである。

【図 13】 図 11 に示すステップ S20 の詳細な動作を説明するためのフローチャートである。

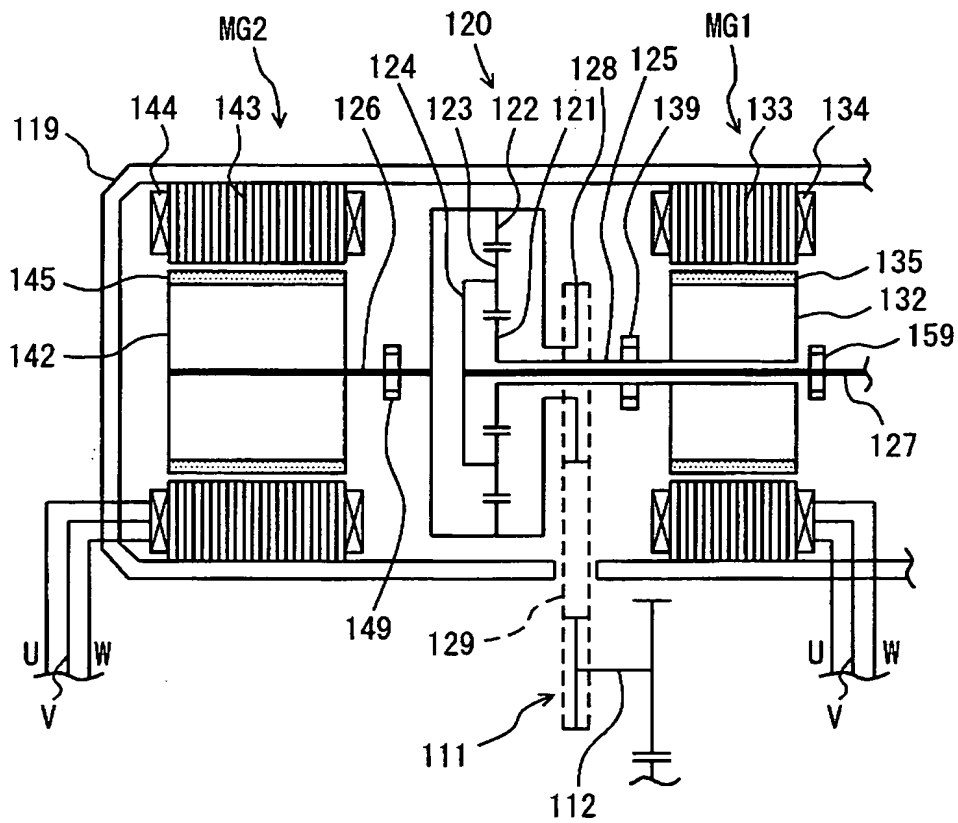
【図 14】 従来の動力出力装置の概略ブロック図である。

【符号の説明】

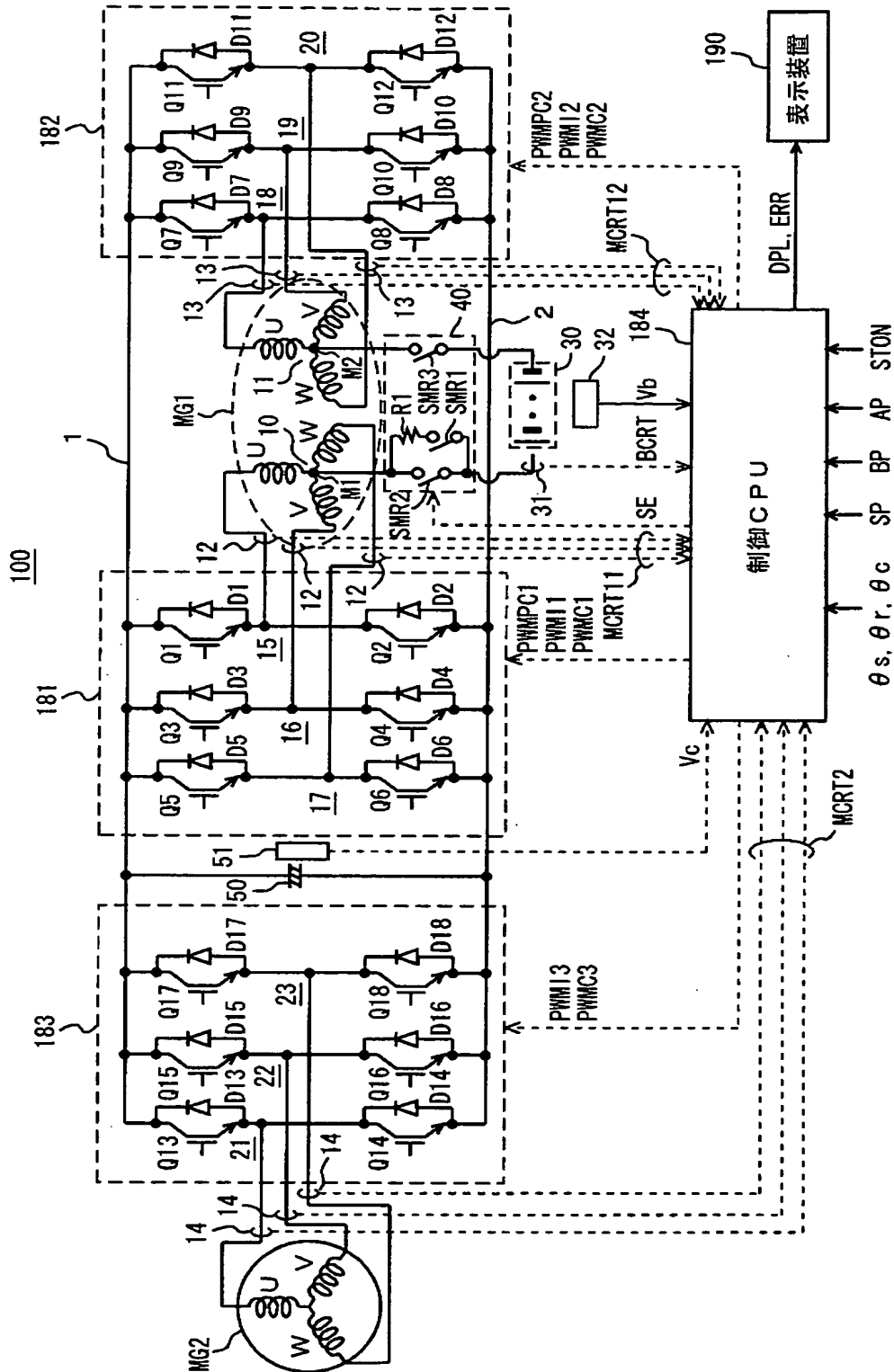
1 電源ライン、2 アースライン、10, 11, 134, 144, 311, 312 3 相コイル、12~14, 31 電流センサー、15, 18, 21 U 相アーム、16, 19, 22 V 相アーム、17, 20, 23 W 相アーム、30, 320 直流電源、32, 51 電圧センサー、40 リレー、50, 350 コンデンサ、100, 300 動力出力装置、111 動力伝達ギア、112 駆動軸、114 ディファレンシャルギア、120 プラネタリギア、121 サンギア、122 リングギア、123 プラネタリピニオンギア、124 プラネタリキャリア、125 サンギア軸、126 リングギア軸、127 キャリア軸、128 動力取出ギア、129 チェーンベルト、132, 142 ロータ、133, 143 ステータ、135, 145 永久磁石、139, 149, 159 レゾルバ、156 クランクシャフト、157 ダンパ、164 a アクセルペダルポジションセンサー、165 a ブレーキペダルポジションセンサー、180 制御装置、181~183, 330, 340 インバータ、

184 制御CPU、184A モータ制御手段、184B プリチャージ制御手段、185 シフトポジションセンサー、186 スタートキー、190 表示装置、301 正極母線、302 負極母線、310 2重巻線モータ、1841 電流変換部、1842, 1852 減算器、1843, 1853, 1855 PI制御部、1844, 1846 加算器、1845 変換部、1847 PWM演算部、1849 回転速度演算部、1850 速度起電力予測演算部、1854 加減算器、1861 制御部、1862 電圧指令設定部、1863 フィードバック電圧指令演算部、1864 デューティー比変換部、MG1, MG2 モータジェネレータ、Q1～Q18 NPNトランジスタ、D1～D18 ダイオード、M1, M2 中性点。

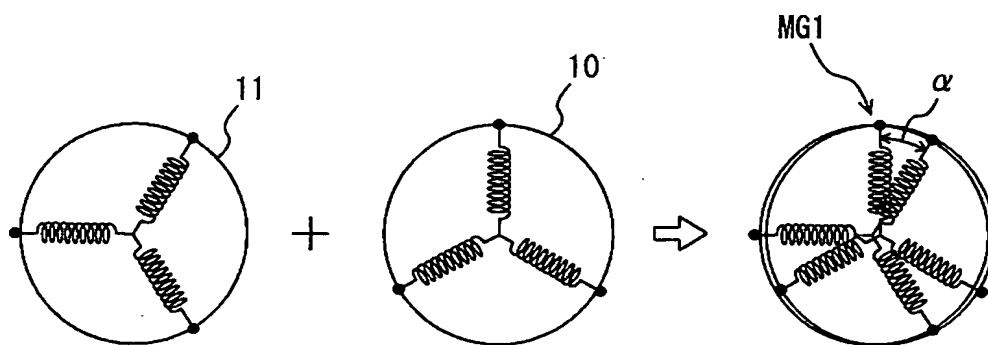
【図 2】



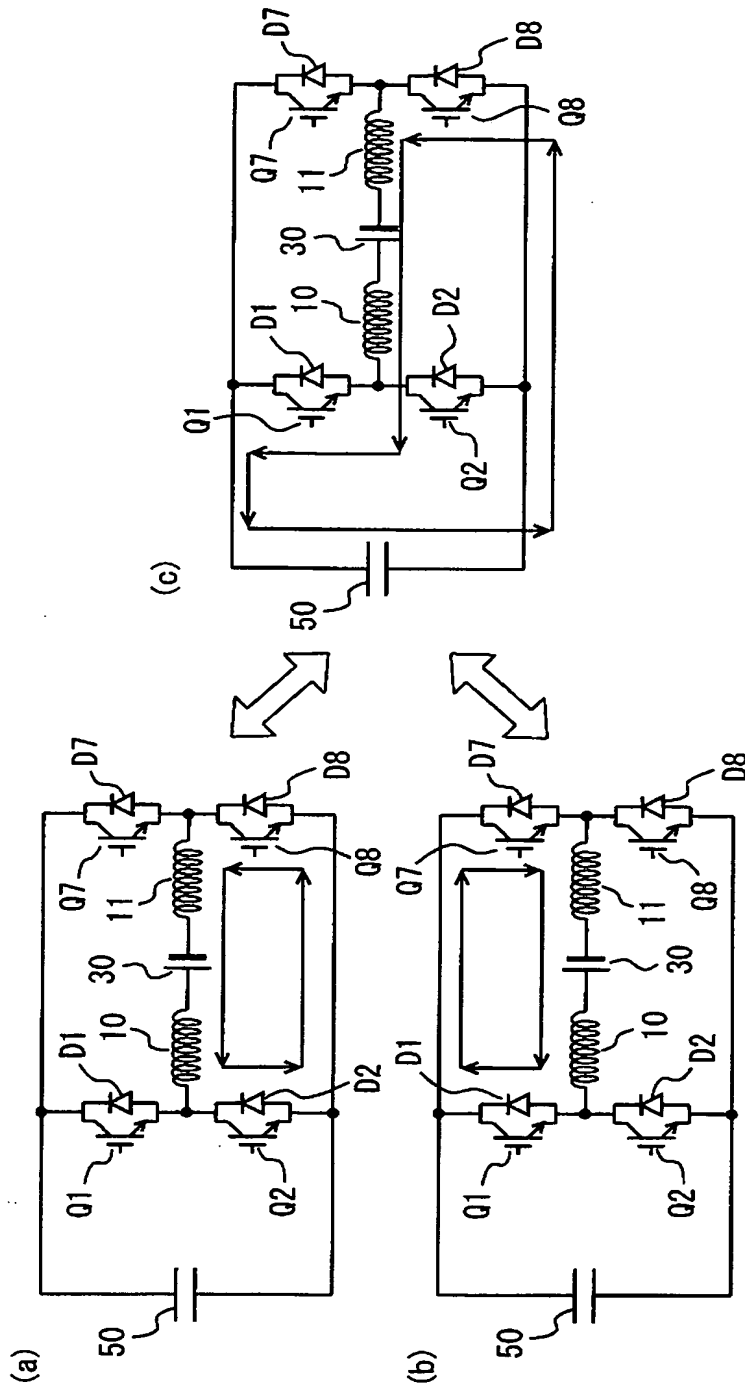
【図 3】



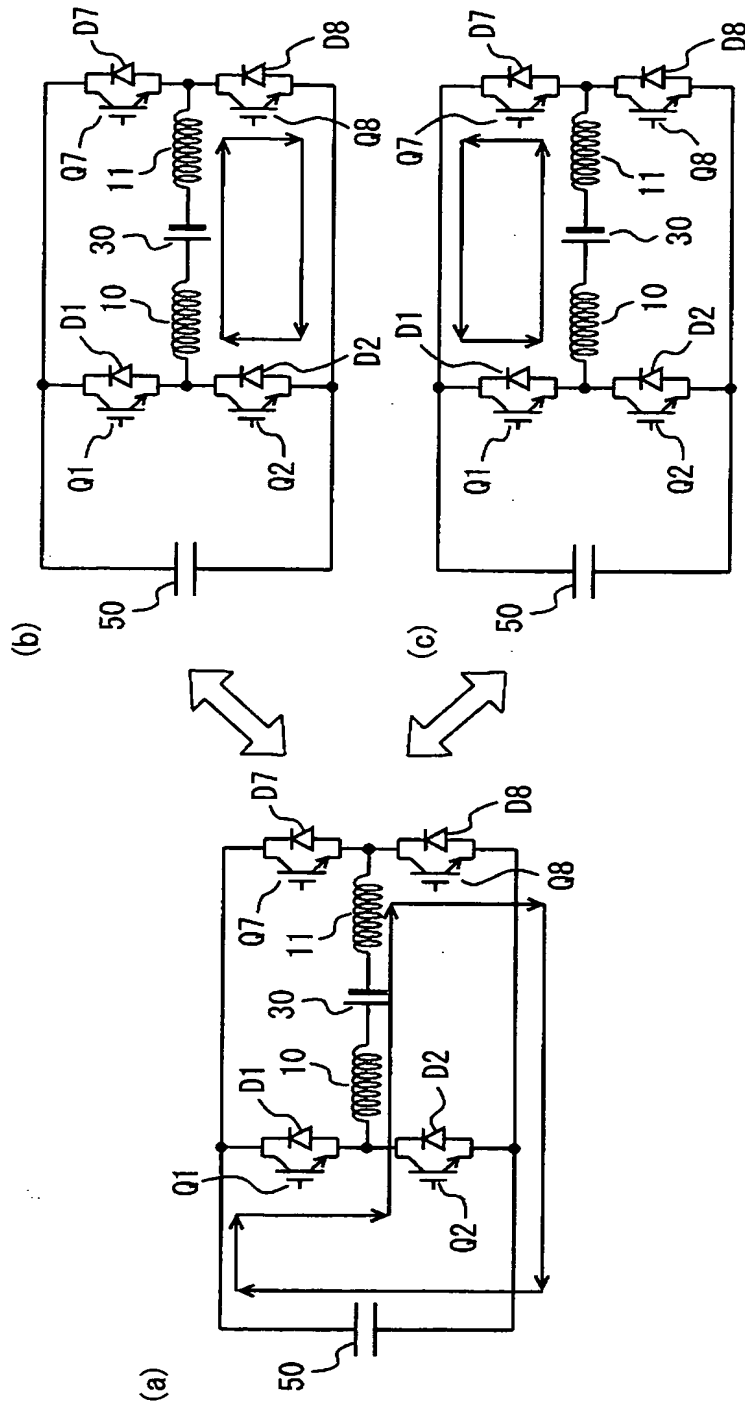
【図 4】



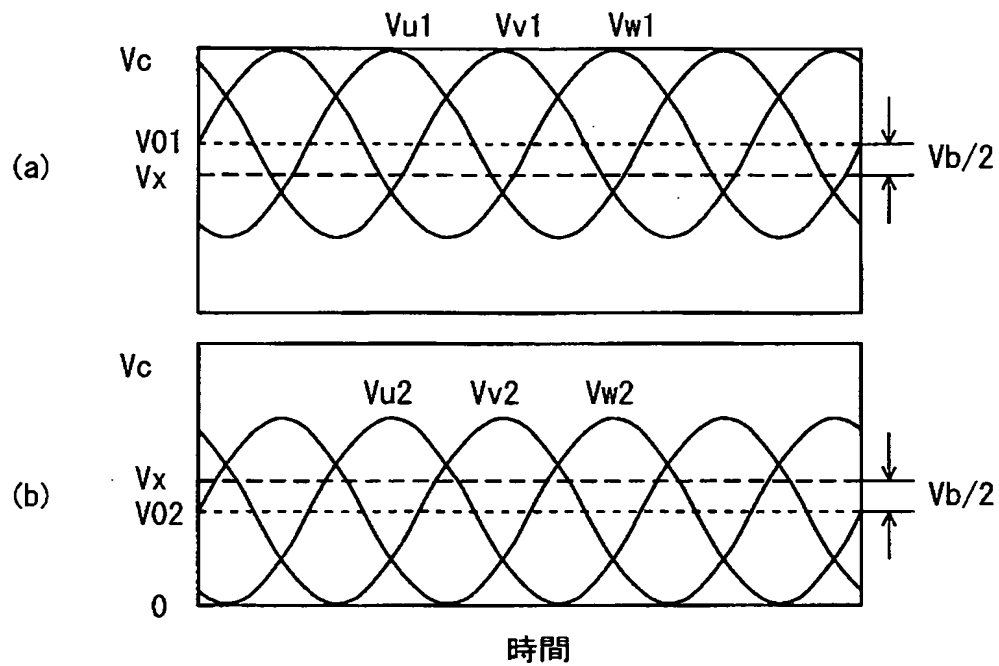
【図 5】



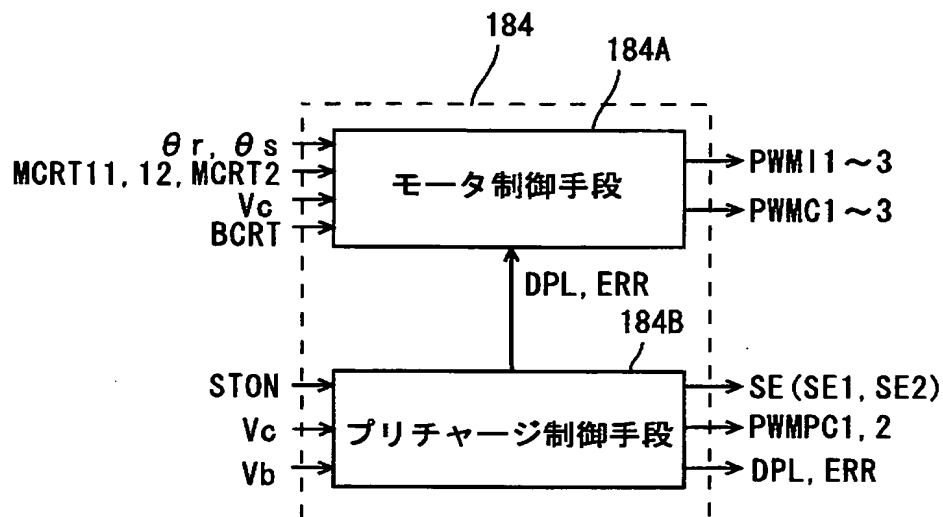
【図 6】



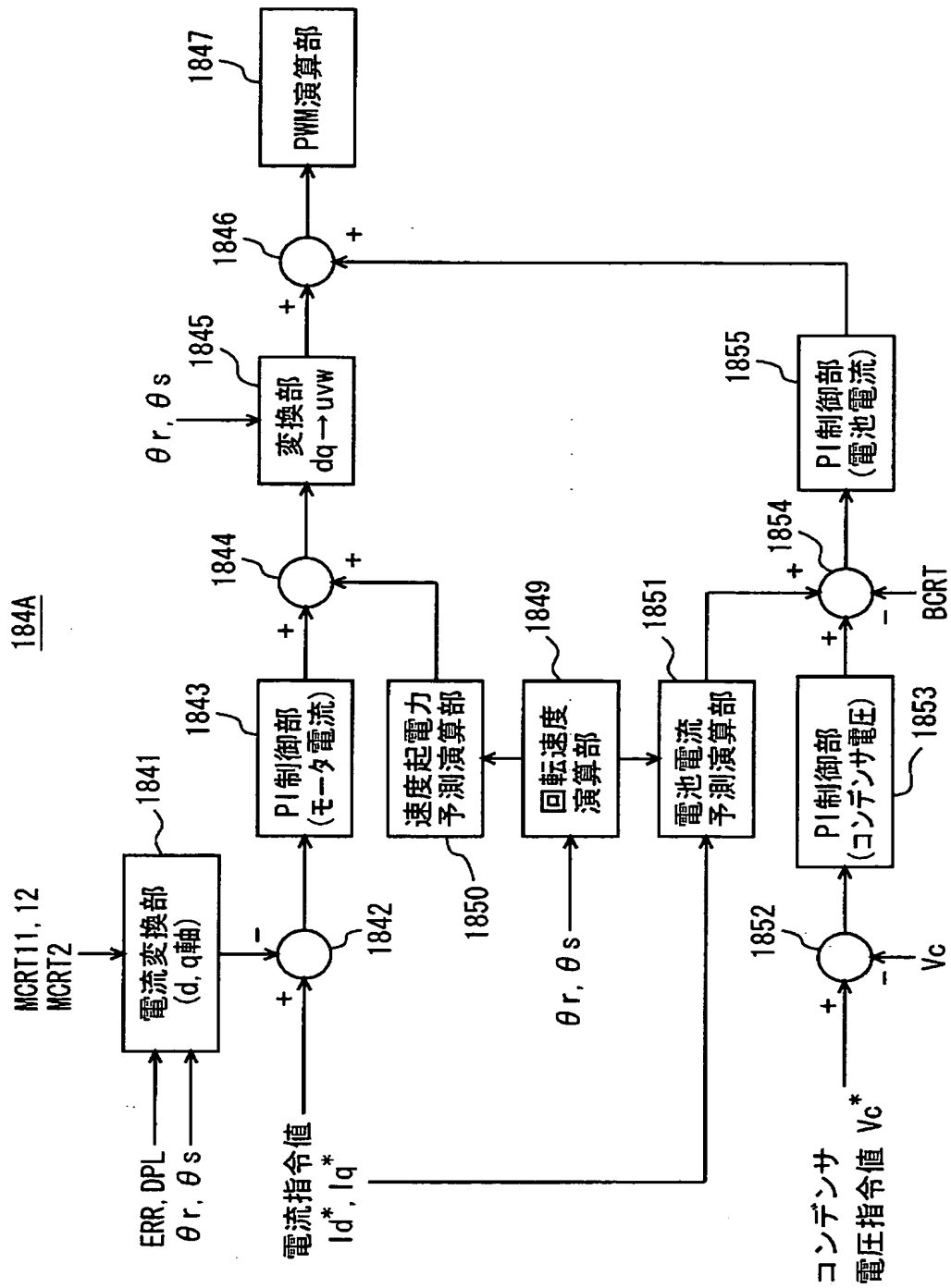
【図 7】



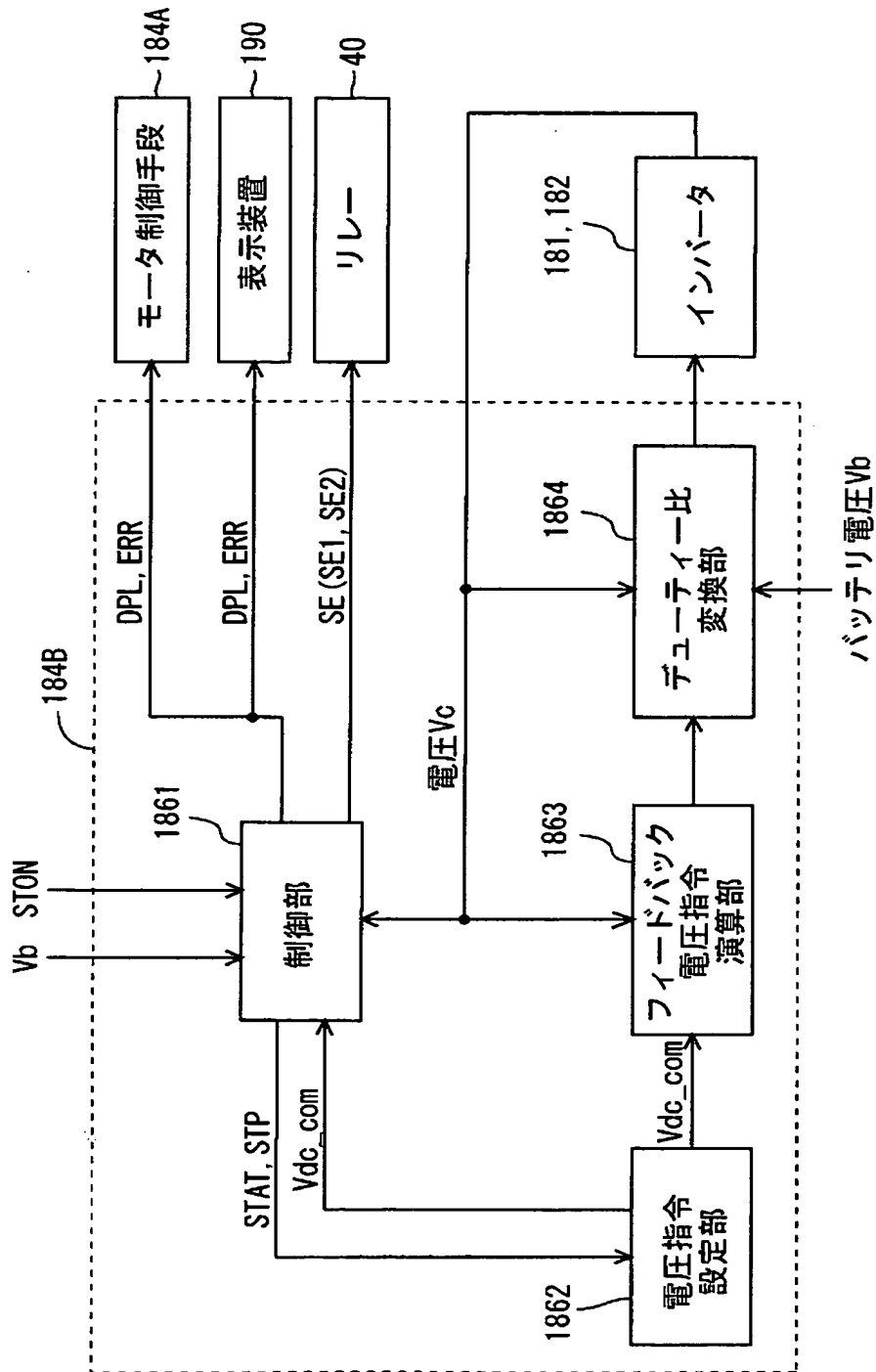
【図 8】



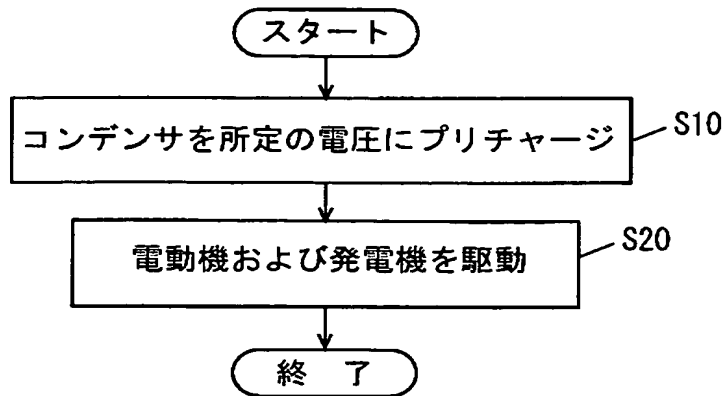
【図 9】



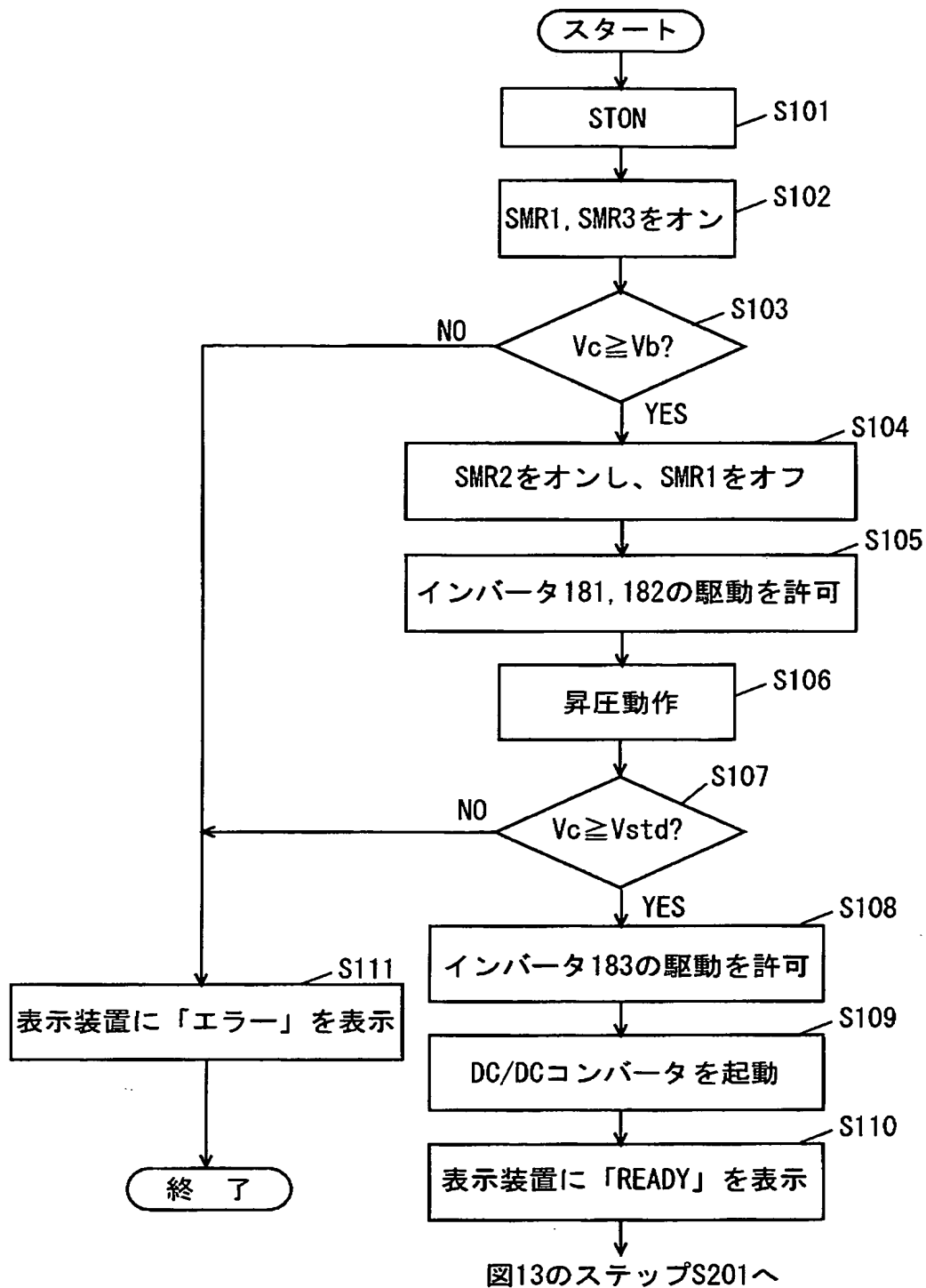
【図 10】



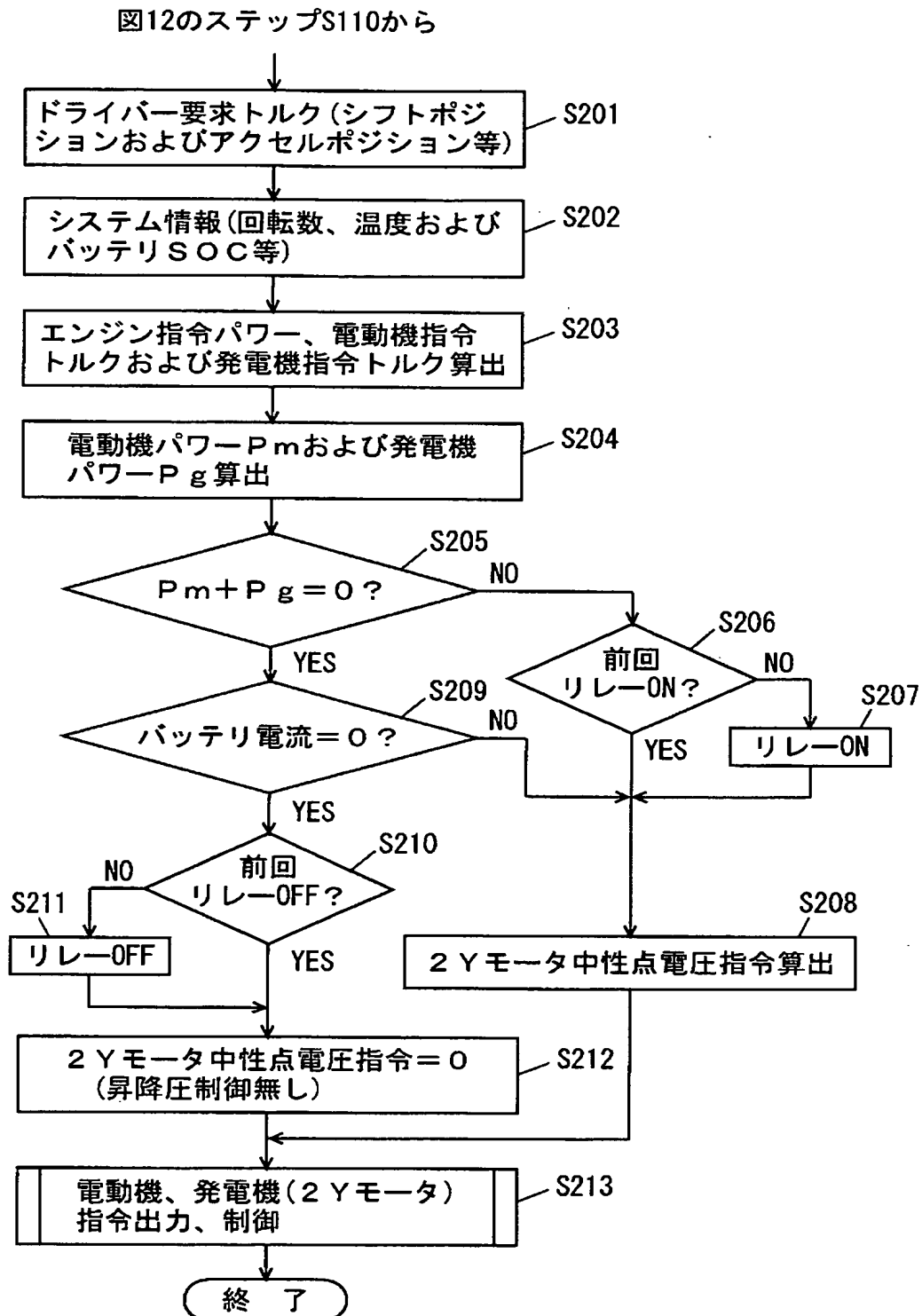
【図 11】



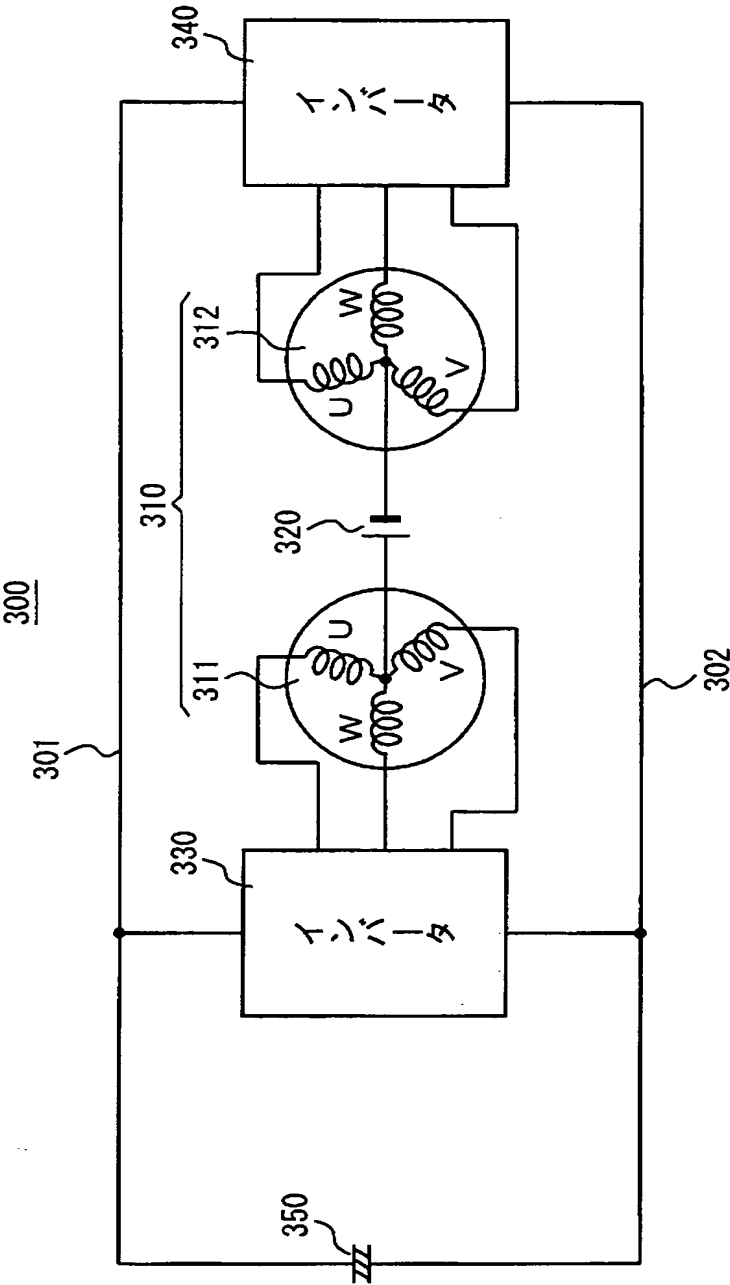
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 機械分配式のハイブリッド車両に適した動力出力装置を提供する。

【解決手段】 制御CPU184は、スタートキーからの信号STONに応じて、Hレベルの信号SEを生成してリレー40へ出力し、システムリレーSMR1およびSMR3をオンする。これにより、直流電源30は、3相コイル10の中性点M1と3相コイル11の中性点M2とに接続される。そして、制御CPU184は、電圧センサー51からの電圧Vcが電圧センサー32からの電圧Vb以上になると信号PWMPC1またはPWMPC2を生成してインバータ181または182へ出力する。インバータ181または182は、信号PWMPC1またはPWMPC2に応じて直流電源30の出力電圧Vbを昇圧してコンデンサ50を所定の電圧以上にプリチャージする。

【選択図】 図3

特願 2 0 0 3 - 1 2 9 3 3 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 2 0 7]

1. 変更年月日
[変更理由]

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日
新規登録

住 所
氏 名

愛知県豊田市トヨタ町1番地
トヨタ自動車株式会社